MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome VIII, N° 11.

DIE ARTESISCHEN WASSER UND UNTERSILURISCHEN THONE ZU ST. PETERSBURG,

EINE CHEMISCH-GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG

VON

Heinrich Struve.

Der Akademie vorgelegt am 20 Mai 1864.

St. PETERSBURG, 1865.
Commissionäre der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften:
in St. Petersburg Eggers et Comp., in Riga Samuel Schmidt, in Leipzig Leopold Voss.
Preis: 70 Kop. = 23 Ngr.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIe SÉRIE.
Tome VIII, N° 11.

DIE

ARTESISCHEN WASSER

UND

UNTERSILURISCHEN THONE ZU ST. PETERSBURG,

EINE CHEMISCH-GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG

VON

Heinrich Struve.

Der Akademie vorgelegt am 20. Mai 1864.

St. PETERSBURG, 1865.

Commissionäre der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften:

in St. Petersburg	in Riga	in Leipzig
Eggers et Comp.,	Samuel Schmidt,	Leopold Voss.

Preis: 70 Kop. = 23 Ngr.

Gedruckt auf Verfügung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Im Februar 1865. K. Vesselofski, beständiger Secretär.

Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Einleitung.

Bevor wir zum eigentlichen Gegenstande vorliegender Arbeit übergehen, ist es durch das allgemeine Interesse, das der artesische Brunnen zu St. Petersburg hervorgerufen hat, gerechtfertigt, hier erst einige allgemeine Worte über die Wasserversorgung der Hauptstadt und über artesische Brunnen vorauszuschicken.

Die Wasserversorgung unserer nordischen Hauptstadt bildet seit einer Reihe von Jahren eine sehr wichtige Frage, die leider noch nicht abgeschlossen ist. Dieser Ausspruch muss zwar paradox erscheinen, wenn man bedenkt, dass diese Stadt an den Mündungen eines so mächtigen und schnell dahinströmenden Stromes liegt, und dass ausserdem noch die inneren Theile der Stadt durch verschiedene Kanäle durchzogen werden, und zwar von Kanälen, die ihr Wasser unmittelbar aus der Newa aufnehmen und schliesslich ihren Abfluss wieder zur Newa hin haben. Dieses sind Thatsachen, und nichts desto weniger leidet ein grosser Theil der Stadt und zwar gerade der Mittelpunkt, d. h. die Gegend, wo die Bevölkerung am dichtesten ist, Mangel an einem guten nnd gesunden Wasser. Die Theile der Stadt, welche sich an den Ufern der Newa oder in der nächsten Nachbarschaft derselben hinziehen, entnehmen ihren Wasserbedarf unmittelbar aus der Newa und finden in demselben, wenn man sich an den Gebrauch dieses Wassers gewöhnt hat, vollständige Befriedigung. Nur während einiger Tage im Frühjahr, durch die schmelzende Eisdecke und bei sehr lange anhaltenden Regenzeiten, empfindet man auch im Wasser aus der grossen Newa den unangenehmen Einfluss der unmittelbar zufliessenden Tageswasser, oder zu Zeiten von heftigen Seestürmen, wo der Meerbusen und die Newa bis auf den Grund aufgewühlt werden, so dass man zu diesen Zeiten das Wasser nur mit Ueberwindung unmittelbar zum Trinken und Kochen der Speisen gebrauchen kann. Allein diese Zeiten sind schnell vorübergehend, dauern höchstens wenige Tage, so dass den grössten Theil des Jahres der Anwohner an der Newa ein schönes klares Wasser zur Benutzung hat, das der eingelebte Petersburger nicht hoch genug zu schätzen weiss, da er dem Newawasser vor jedem anderen den Vorzug giebt.

Anders hat es jedoch der Einwohner der Stadt, der weiter von der Newa entfernt wohnt. Dieser ist auf das Wasser aus den Kanälen angewiesen, oder er muss zu den Wohl-

habenderen gehören, die für schweres Geld ihren Wasserbedarf zur Befriedigung ihrer häuslichen Lebensbedürfnisse sich unmittelbar aus der grossen Newa holen lassen können. Die ärmere Klasse, die für das, was die Natur in so reichlicher Menge darbietet, nicht Ausgaben machen kann, ist somit, wie schon gesagt, auf den Gebrauch des Wassers aus den Kanälen angewiesen. Hunderttausende von Einwohnern schöpfen aus diesen Kanälen ihren täglichen Wasserbedarf, benutzen dasselbe unmittelbar, während nur wenige es vorher einer Filtration, Reinigung, unterwerfen, wozu verschiedene Vorrichtungen im Gebrauch sind. Doch alle diese Einrichtungen beziehen sich nur für den kleineren Bedarf, namentlich für das Wasser, das zum Trinken erforderlich ist. Ueberall, wo grössere Quantitäten Wasser nöthig sind, reichen diese Maschinen nicht hin.

Man muss in den Gegenden der Stadt gewohnt haben und zur Benutzung des Kanalwassers gezwungen gewesen sein, um recht begreifen zu können, was es sagen will, zu bestimmten Jahreszeiten aus diesen Kanälen Wasser schöpfen und benutzen zu müssen. Man kann es kein Wasser nennen, sondern nur eine Jauche, die man nicht dem Vieh vorsetzen möchte, geschweige noch dem Menschen. Und doch wird es gebraucht und zwar in ungeheuren Quantitäten, zumal in den vielen Theehäusern und in den Badstuben zu den Bädern, die man in jenen Zeiten richtiger Jauchbäder nennen müsste. Dieses mag vielleicht auffallend erscheinen, da ja die Kanäle das Wasser unmittelbar aus der Newa entnehmen und somit dasselbe Wasser wie jene enthalten müssten. Dieses wäre richtig, wenn in den verschiedenen Kanälen dieselbe Strömung wie in der Newa herrschen würde und wenn nicht ausserdem noch verschiedene Zuflüsse auf die Eigenschaften des Kanalwassers von bedeutender Einwirkung wären. Was die Strömung in den Kanälen anbetrifft, so kann man dieselbe im Vergleich zu der, die in der grossen Newa herrscht, gleich Null setzen, was theils in der Anlage der Kanäle seinen Grund hat, theils noch dadurch, dass durch die unzähligen verschiedenen Benutzungen der Kanäle und zwar vorzüglich durch die grosse Anzahl von Barken, die sich auf denselben hin- und herschieben, um die einzelnen inneren Theile der Stadt mit Brenn- und Baumaterial und anderen Bedürfnissen zu versorgen, der freie Durchgang des Wassers sehr gehemmt wird. Man sollte glauben, dass durch die Tausende von verschiedenen Barken, die sich auf den Kanälen im Laufe der Navigation hin und her bewegen, gerade die Wassermasse in einer ununterbrochenen Bewegung erhalten würde und somit sich immer verändere. Ist dieses in einer Hinsicht richtig, so muss man dabei aber nun noch die Art der Bewegung der Barken in Betracht ziehen. Dieselben bewegen sich nämlich nicht durch einfache Ruder, die nur auf der Oberfläche des Wassers aufschlagen, sondern durch ein regelmässiges Fortstossen mit langen Stangen, die bis auf den Grund der Kanäle gehen. Nach jedem Stoss, worauf man die Stange wieder hervorhebt, um sie nach einigen Augenblicken wieder herunterzulassen, wird mehr oder weniger der Grund des Kanals aufgerührt. Bestände dieser Grund aus Sand, so würde er sich auch wieder rasch zu Boden setzen, da er aber aus Lehm und vorzüglich aus allem möglichen Unrath besteht, so bleibt dieser im Wasser suspendirt, indem er sich nur sehr langsam

wieder absetzt. In diesem Fortbewegen der Barken liegt schon ein sehr wichtiger Grund zur Verschlechterung des Kanalwassers, doch dieser erscheint noch verschwindend, wenn man folgende Umstände in Betrachtung zieht. Erstlich sehen wir nämlich, dass in die Kanäle alle Tageswasser, die auf die Strassen niederfallen, ihren Abfluss haben und was für Unmassen von fremdartigen unreinen Substanzen diese den Kanälen zuführen, kann man so recht begreifen, wenn man im Frühjahre bei starkem Thauwetter die von Schmutz und Unrath dunkel gefärbten Wassermassen ansieht, die diesen Kanälen zuströmen. Diese fremdartigen Substanzen, zum grössten Theile organischen Ursprungs, werden theils aufgelöst, theils nur mechanisch hineingeführt. Die ersteren fliessen, wenn auch langsam, wieder ab, die mechanischen Verunreinigungen senken sich aber nach und nach zu Boden und bilden in den wärmeren Jahreszeiten eine ununterbrochene Quelle zu verschiedenen Zersetzungsprodukten, die sich dem Wasser mittheilen. Noch schlechter und nachtheiliger ist aber die zweite Thatsache, nämlich, dass aus verschiedenen Häusern und Fabriken Abzugskanäle für alle Arten von Schmutz in die Kanäle hineinmünden. Was diese den Kanälen zuführen und zwar ohne Unterbrechung, denn hier ist es ja einerlei, ob Sommer oder Winter, das ist ungeheuer und der Einfluss derselben muss von grösster Bedeutung sein. Als Beleg hierfür müssen wir den Umfangskanal verfolgen. Längs diesem finden wir eine grosse Menge verschiedener Fabriken, aus welchen allen die Abflusskanäle in diesen gemeinschaftlichen Kanal ausmünden und durch diese werden theils die verbrauchten warmen Wasser aus den Dampfmaschinen, theils alle überhaupt nutzlosen Flüssigkeiten dem Kanale zugeführt. Dass dieses Quantum nicht unbedeutend und ohne Einfluss ist, erkennt man sehr deutlich an dem Umstande, dass in der Winterzeit, selbst während der grössten Kälte, der Kanal an vielen Stellen nie mit einer Eisdecke überdeckt ist, oder sollte sich auch eine solche bilden, so bleibt dieselbe nur für wenige Tage und ist immer so schwach, dass man an diesen Stellen den Kanal nicht zu Fuss passiren kann.

Um diese Betrachtungen abzuschliessen, müssen wir nun noch zuletzt die Wasserverhältnisse bei den Kanälen im Verlaufe des Winters verfolgen. Die Kanäle sind mit einer festen Eisdecke überzogen, mit Ausnahme des Umfangskanals, dessen wir so eben erwähnt haben; nur an einzelnen Stellen finden sich Löcher durch die Eisdecke hindurch geschlagen, theils zum Wasserschöpfen, theils zum Abspülen der Wäsche. Von oben kann nun nichts in das Wasser gelangen, das desswegen während dieser Zeit auch ziemlich rein ist, nur die einmündenden Abzugskanäle aus den Häusern führen ununterbrochen ihren Unrath zu. Aber auf der Eisdecke sammelt sich desto mehr Schmutz und Unrath an, indem von Strassen und Brücken alles Mögliche hinabgeworfen wird, das hier, theils vom Schnee gedeckt, theils nicht, auf jeden Fall aber unter dem Einfluss einer erstarrenden Kälte ohne Veränderung liegt. Schwindet aber mit dem heranbrechenden Frühlinge der Schnee, tritt Thauwetter ein, so zeigen die Kanäle sehr bald einen durchaus veränderten, ja abschreckenden Anblick. Von den Strassen fliessen gleich kleinen Bächen die vom Schmutz gefärbten Wasser auf die Eisdecke, hier schwindet der Schnee und der Schmutz,

aufgesammelt während mehrerer Monate, kommt zum Vorschein. Das Wasser sickert bald durch, die Schmutzfläche bleibt nach, und bricht nach anhaltendem Thauwetter endlich die Eisdecke zusammen, so ist die Strömung zu schwach, um die mit Schmutz überhäuften Eisschollen wegzuführen. Wäre auch eine Strömung vorhanden, die Eisschollen würden doch nicht weggeführt werden, da durch die vielen Bauten und Barken in den Kanälen sich denselben zu viele Anhaltspunkte darbieten. Zum grossen Theile sinkt die Eiskruste, wenn sie durch und durch mit Wasser durchzogen ist, im Kanal zu Boden und mit ihr aller Schmutz, der auf der Oberfläche angesammelt war. Jetzt hat die Verunreinigung des Kanalwassers den höchsten Grad erreicht; die Farbe desselben ist eine gelbbraune, der Geruch nach Mist und Jauche sehr stark und macht es zum Gebrauch durchaus unmöglich. Diese Wasser fliessen nach und nach ab, je nachdem der Wind mehr oder weniger günstig ist, die im Wasser aber nur suspendirten fremdartigen Körper setzen sich langsam zu Boden und bilden dort auf dem Grunde ein ungeheuer reiches Material verschiedener, zumeist organischer Stoffe, die während des Sommers bei zunehmender Wärme im Wasser zu den verschiedenartigsten Fäulnissprocessen Veranlassung geben. Diese Processe mit den verschiedenen ausströmenden Gasarten erkennt man nur zu deutlich an kühlen Abenden nach einem heissen Sommertage. Welche Ausdünstungen sich dann aus den Kanälen erheben und sich über einen grossen Theil der Stadt niederlagern und ausbreiten, das kennt ein jeder, der in diesen Gegenden der Stadt wohnt.

Für die Reinheit der Kanalwasser sind die Seewinde von Wichtigkeit und stände es nur in menschlicher Macht diese nach Wunsch und nach Bedürfniss hervorrufen zu können, so würden wir in den Kanälen auch immer ein brauchbares Wasser besitzen. Durch die Seewinde, zumal SW, werden die Wassermassen aus dem Finnischen Meerbusen in die Newa hinein getrieben, das Wasser staut sich auf, steigt, und dieses nicht nur in dem eigentlichen Flusse, sondern ebenso in den verschiedenen Kanälen. Hierdurch tritt nun in alle Kanäle eine grosse Menge frischen Wassers hinein und mischt sich mit dem dort vorhandenen. Schwindet aber die Ursache dieser Erscheinung, d. h. legt sich der Wind, so strömen nach dem aufgehobenen Gegendrucke die aufgestauten Wasser mit grosser Macht wieder hinaus, um das alte Niveau herzustellen. Diese grosse Wasserbewegung im ganzen Systeme bringt eine rasche Veränderung des Kanalwassers hervor und erzeugt unbedingt eine Verbesserung desselben, doch nur für kurze Zeiten.

Diese Uebelstände in der Wasserversorgung Petersburgs waren schon seit Jahren bekannt, wurden oft genug in den Zeitungen hervorgehoben und besprochen, doch sie blieben dieselben, höchstens bestand darin eine Verbesserung, dass zu Zeiten des Frühjahrs, während des Eisganges, von Seiten der Stadtverwaltung Wachen angestellt und Befehle erlassen wurden, dass man aus den Kanälen durchaus kein Wasser schöpfen dürfe. Ein solches Verbot anzuordnen ist nicht schwer, doch wie es gehalten wurde, braucht nicht weiter erwähnt zu werden, denn woher sollte die ärmere Klasse, die fern von der Newa ab wohnt, ihren Wasserbedarf nehmen? Die Mängel blieben dieselben, wurden aber immer

wieder hervorgehoben; das Publikum beschäftigte sich mit der Frage und erwog dabei die Mittel, die in anderen grossen Städten in Anwendung und Ausführung gebracht worden waren, um einer grossen, zusammengedrängten Menschenmenge ein, in jeder Hinsicht, gesundes und reichliches Wasser darzubieten. Es zeigten sich hierbei zwei Wege, die eingeschlagen wurden, entweder eine Wasserleitung, oder das Anlegen von Brunnen. Welchem Wege hier in Petersburg der Vorzug zu geben war, lag zu sehr auf der Hand, und rasch entschied sich die allgemeine Stimme des Publikums für denselben, nämlich für eine Wasserleitung. Diese Entscheidung begrüssten wir freudig in dem Entstehen der Actien-Gesellschaft der hiesigen Wasserleitung und wie hoch das allgemeine Interesse für dieses gemeinnützige Unternehmen gesteigert war, bezeugte die Schnelligkeit, mit welcher alle Actien der Wasserleitungs-Gesellschaft unterzeichnet und vergriffen waren. Auf den ersten Hinblick lagen auch zu sehr die Vorzüge eines solchen Unternehmens auf der Hand, denn es war ja nur nöthig durch Röhrensysteme das in so grosser Menge in der Newa dargebotene Wasser den ferner gelegenen Stadttheilen zuzuleiten. Das Wasser war vorhanden, und das Gelingen dieses Unternehmens hing somit nur von der technischen Ausführung der Wasserleitung ab.

Der zweite Weg, der der Brunnen, lag zu ferne, theils weil keine Erfahrungen dafür sprachen, indem in Petersburg nur wenige Brunnen vorhanden und diese fast gar nicht bekannt sind, theils weil die Stadt seiner Lage nach im Sumpfe, auf einem Thone, dem ersten flüchtigen Anscheine nach durchaus keine solche Verhältnisse des Terrains darbietet, die auf Brunnenanlagen hinweisen könnten. Das allgemeine Publikum konnte somit diesem Wege nicht den Vorzug geben. Es war aber ein Mann, der, gestützt auf wissenschaftliche Erfahrungen, den Brunnen das Wort redete, doch nicht den durch einfaches Graben in den obersten Erdschichten angelegten, sondern solchen, die aus viel grösserer Tiefe, aus dem Innern der Erde durch Bohrung erschlossen werden sollten, den sogenannten artesischen Brunnen. Dieser Mann, unser bekannter und anerkannter Geologe G. v. Helmersen, setzte zuerst seine Gründe in der St. Petersburger Zeitung Nr. 246 im Jahre 1858, also gerade in dem Jahre, in welchem sich die Gesellschaft der Wasserleitung constituirte, ausführlicher auseinander. G. v. Helmersen fand aber wenig Anklang mit seinen Vorschlägen, weder beim Publikum noch bei der Regierung, ja andere Gelehrte schüttelten über diese Pläne den Kopf und enthielten sich gern, ihre bestimmte Meinung auszusprechen. G. von Helmersen wankte aber nicht und als sich zur Ausführung seiner Pläne schon einige Aussichten eröffnet hatten, trat er noch einmal mit seinen Vorschlägen vor's Publikum hin, hoffend, jetzt mehr Anklang zu finden. In dieser Absicht stattete G. v. Helmersen den St. Petersburger Kalender für das Jahr 1861 mit einem Aufsatze «Ueber die artesischen Brunnen» aus. Aus diesem Aufsatz müssen wir den Fundamentalpunkt hervorheben, auf welchen unser Geologe alle seine Vorschläge aufbaute. Er verglich in geognostischer Hinsicht die Lagerungsverhältnisse der sedimentären Schichten, die hier das Newadelta bilden, mit denjenigen, die längs der ganzen südlichen Küste des Finnischen Meerbusens bis nach

Reval und Baltischport sich hinziehen, und gestützt auf diesen Vergleich folgerte G. v. Helmersen: Die Wahrscheinlichkeit eines solchen Erfolges liegt darin, dass man in Reval in 300 Fuss Tiefe Wasser erbohrt hat, welches $3\frac{1}{2}$ Fuss über dem Meeresniveau steigt, und dass das Bohrloch daselbst genau in demselben bläulichen Thon angelegt ist, auf welchem die Diluvien und Alluvien des Newadeltas liegen. Dieser Thon bildet das unterste der bisher bekannten Glieder unserer baltisch-silurischen Formation und kann von Reval ohne Unterbrechung bis St. Petersburg verfolgt werden.

Während wir aber hier unseren Geologen seine Ansichten vortragen, durch wissenschaftliche Gründe belegen und hierbei speciell die Lieblingsidee eines Bohrbrunnens in Petersburg bevorworten sehen, so schwebte, wenn wir uns hier weiter zu blicken erlauben wollen, unserem Geologen doch ein viel grösserer, weit hinschauender Plan dabei vor Augen. Damit an diesen Plan und dessen Ausführung gedacht und geschritten werden konnte, war es erst nöthig, dass sich hier die auf wissenschaftliche Forschungen stützenden Vorhersagungen bethätigen mussten, und zumal hier unter den Augen der Regierung. Dieses war auch noch deswegen nöthig, um überhaupt derartigen Unternehmungen — Bohrungen von artesischen Brunnen — wieder allgemeinen Credit zu verschaffen, zumal da verschiedene Arbeiten dieser Art nicht zum erwünschten Ziele geführt hatten, deswegen gleich das Kind mit dem Bade ausgeschüttet war, und sich das Publikum nicht die Mühe geben wollte, die näheren Ursachen dieses Fehlschlagens zu erörtern. G. v. Helmersen zielte vorzüglich auf die Steppen des südlichen Russlands, und während er so seinen Ansichten allgemeinen Eingang zu verschaffen und noch dazu durch eine Thatsache zu belegen wünschte, so finden wir zu denselben Zeiten einen anderen Gelehrten durchaus unabhängig auch über diesen Gegenstand seine Ansicht aussprechen, — eine Ansicht, die diametral derjenigen unseres Geologen entgegen ist. Wir sehen somit hier über einen und denselben Gegenstand zwei Gelehrte, gestützt auf wissenschaftliche Gründe, zu ganz entgegengesetzten Ansichten kommen. Diese Thatsache ist so interessant, dass wir auf dieselbe näher eingehen müssen. Dieser zweite Gelehrte ist der bekannte Physiker und Meteorologe Prof. Dr. Kämtz[1]) zu Dorpat, der seine Ansicht über artesische Brunnen in Russland in einer Abhandlung über das Klima der südrussischen Steppen niedergelegt hat. Er bespricht die zu verschiedenen Zeiten gemachten Vorschläge, das Klima in den Steppen zu verbessern, dieselben zum Theil in Ackerland zu verwandeln und zwar dieses theils durch Bewaldung, theils durch eine künstliche Bewässerung. Ueber diesen zweiten Vorschlag äussert sich Kämtz in folgenden Worten: «Zu wiederholten Malen ist der Vorschlag gemacht worden, in den Steppen eine Reihe artesischer Brunnen, d. h. springender Quellen zu bohren und das Wasser derselben zum Bewässern fortzuleiten. Es zeigt der Vorschlag selbst eine totale Unwissenheit in Beziehung auf Alles, was mit dem Wesen der Quellen zusammenhängt. Diese Brunnen setzen bedeutende Höhen voraus, von welchen unterirdi-

1) Repertorium für Meteorologie. Dorpat 1860. Bd. I, S. 219.

sche Flüsse sich sehr weit fortziehen, und bis dahin sind sie mit wenigen Ausnahmen, wo Mineralwasser hervortritt, wie im Becken von Stuttgart, nur in Kalkbildungen gefunden. Beides fehlt im grössten Theile des europäischen Russland. Will man, um die Mode mitzumachen, das Bohrloch, wie es die deutschen Bergleute seit Jahrhunderten nannten, mit dem Namen «artesischen Brunnen» bezeichnen, immerhin, die Wissenschaft muss entschieden gegen die Anwendung dieses Namens auf die beiden mir näher bekannten, sogenannten artesischen Brunnen in Russland protestiren. Der eine derselben befindet sich in Dorpat, der zweite in Orenburg, einen dritten in Riga kenne ich nicht näher.»

So die Worte von Kämtz und in einer Anmerkung zu diesen giebt er die näheren Verhältnisse über den sogenannten artesischen Brunnen auf dem Hofe der Veterinairschule in Dorpat an und hebt dabei hervor, dass diese Quelle ziemlich viel Wasser giebt, aber doch weniger als in der Regel ein artesischer Brunnen. Auch fehlt die wichtige Eigenschaft eigentlicher artesischer Brunnen, die höhere Temperatur. Weiterhin führt Kämtz noch das Beispiel an, dass man zur Bevorwortung der artesischen Brunnen in Russland oft die von Algier und den Wüsten angeführt hat. Dort existiren aber durchaus andere Verhältnisse: das Atlas-Gebirge spielt dabei eine wichtige Rolle, indem auf ihm die Höhen zu suchen sind, die die in den Flächen erbohrten Wasseradern zum Emporsteigen bringen. Derartige Verhältnisse fehlen in Russland gänzlich, mit Ausnahme in der Krimm. Es muss uns auffallen, dass wir Kämtz hier ein so bestimmtes, absprechendes Urtheil fällen sehen und zwar sich dabei nur auf zwei Thatsachen basirend, während er nur nöthig gehabt hätte, sich im grossen russischen Reiche mehr herumzuschauen oder auch nur in der Literatur nachzusehen, um sich über artesische Brunnen, die seit Jahren existiren, die nöthige Kenntniss zu holen, zumal da einige dieser Brunnen schon ziemlich allgemein bekannt sind. Wir wollen hier nur auf den Bohrbrunnen von Staraja Russa und auf die, die im Wologdaschen und Permschen Gouvernement vorkommen, hinweisen, zumal da diese Bohrbrunnen unter allen Verhältnissen mit dem Namen «artesischer Brunnen» bezeichnet werden müssen.

Sind dieses schon Facta, die gegen den Ausspruch des Prof. Kämtz reden und denselben unhaltbar machen, so müssen wir dennoch tiefer in diese Betrachtungen eindringen, da die Hauptursache dieser verschiedenartigen Ansichten in dem Grundbegriff vom artesischen Brunnen zu suchen ist.

Was versteht man unter einem artesischen Brunnen? Befragen wir hierüber zuerst unsern Geologen.

G. v. Helmersen nennt ganz allgemein artesische oder Bohrbrunnen solche Brunnen, die man durch Durchbohrung einer Schicht bis zu einer wasserführenden Schicht erhält, aus welcher das Wasser dann durch das Bohrloch hervortritt. Diese Brunnen unterscheiden sich von den gewöhnlichen Brunnen durch grössere Tiefe, geringen Durchmesser, auch dadurch, dass ihre Wassermenge immer dieselbe bleibt und endlich auch darin, dass die meisten artesischen Brunnen Springbrunnen sind. Freilich kommen mitunter Bohrbrunnen vor, deren Wasser nicht über die Oberfläche steigt.

Denselben Begriff der artesischen Brunnen entwickelt G. Bischof in seinem bekannten classischen Werke. Er bespricht hier erst die natürlich einfach ausfliessenden und aufsteigenden Quellen und fährt dann mit folgenden Worten[1]) fort: «Wird statt des natürlichen Kanals ein künstlicher durch Bohren gebildet, so entsteht ebenfalls eine aufsteigende Quelle, ein artesischer Brunnen. Ob solche künstliche Quellen wirklich ausfliessen, hängt natürlich von der Höhe der drückenden Wassersäule und davon ab, dass nicht an tieferen Stellen das Wasser unbeschränkt abfliesst. Häufig steigt das Wasser nicht bis zur Oberfläche, sondern bleibt mehr oder weniger unter ihr stehen und wird dann zum Gebrauch durch Pumpen zu Tage gefördert (Bohrbrunnen). Manchmal zeigt aber das Wasser eine sehr bedeutende Steigkraft.»

Wir könnten noch andere Männer aufführen, die diesen Ansichten beistimmen, doch es ist genug.

Kämtz dagegen will unter artesischen Brunnen nur springende Quellen verstanden haben, als ob gleichsam in dem Worte artesisch dieser Begriff enthalten wäre. Wie wir aber wissen, stammt die Bezeichnung artesischer Brunnen für Bohrbrunnen nur davon her, dass man über diese Art Brunnen zuerst aus der französischen Provinz Artois berichtete, obgleich, wie allgemein bekannt, diese Art, sich Wasser aus der Tiefe der Erde zu verschaffen, schon seit sehr alten Zeiten bekannt ist. Dieses hier aber weiter zu verfolgen, würde uns zu weit führen, nur so viel sei noch erwähnt, dass man seit den ältesten Zeiten die Bohrbrunnen in China kennt, und dass sie seit uralten Zeiten von dort nach Russland herübergekommen sein sollen. Und diese Bohrbrunnen in China nennen wir jetzt doch immer artesische Brunnen, obgleich dieselben existirten und beschrieben waren, lange bevor irgend ein Schriftsteller an Artois dachte. Die Bezeichnung «artesische Brunnen» ist somit etwas ganz zufälliges und viel richtiger wäre es, diese Brunnen immer mit dem Namen Bohrbrunnen zu benennen.

Wir können hier aber noch das Factum aufführen, dass man in anderen Gegenden Europas vor dem Bekanntwerden der Bohrbrunnen aus Artois diese Art Brunnen kannte, so in Italien und in der Umgebung von Wien. Hier nannte man sie Quellbrunnen oder lebendige Brunnen, zum Unterschiede von denjenigen, die durch Grabung bis zur ersten Wasserschicht erhalten waren.

Nach Kämtz soll noch als Zeichen für den artesischen Brunnen das Quantum Wasser dienen, indem er ja von dem sogenannten artesischen Brunnen in Dorpat anführt, dass dieser ziemlich viel Wasser giebt, aber doch weniger als in der Regel ein artesischer Brunnen. Das Wasserquantum ist aber gewiss kein Criterium, da es von geognostischen Verhältnissen abhängt, die man bei der Anlage eines solchen Brunnens nur in seltenen Fällen vorher bestimmen kann. Dass man auf eine Wasserader kommen wird, kann und muss man vorher bestimmen, doch wie reichlich dieselbe sein wird, das kann nur der

1) Bischof, Lehrbuch der chem. und phys. Geologie Bd. I, S. 42.

Erfolg der Bohrung zeigen. Als Beispiel wollen wir hier nur an die artesischen Brunnen in Venedig erinnern. Um dem Wassermangel in dieser Lagunenstadt abzuhelfen, hat man dort seit 1847, 17 artesische Brunnen erbohrt. Von diesen geben aber seit dem October 1852, 9 Brunnen kein Wasser mehr und die Wassermenge der anderen hat bedeutend abgenommen. Diese Brunnen wird man aber doch immer noch artesische Brunnen nennen?

Fassen wir noch einmal die Bezeichnung «artesische Brunnen» auf, so müssen wir unter derselben solch' eine verstehen, die sich mit den Jahren das Bürgerrecht erworben hat, doch viel richtiger durch das Wort Bohrbrunnen verdrängt werden müsste. Einerlei welcher Bezeichnung man den Vorzug geben mag, so muss man bei denselben zwei Arten Brunnen unterscheiden, nämlich:

1) Ziehbrunnen, solche, in denen das erbohrte Wasser nicht höher als bis zur Oberfläche der Erde emporsteigt, oft aber auch mehr oder weniger tief unter der Oberfläche stehen bleibt, was von der Druckhöhe, unter welcher sich die erbohrte Wasserader befindet, abhängig ist.

2) Springbrunnen, in welchen sich das erbohrte Wasser mehr oder weniger hoch über die Oberfläche der Erde erhebt.

Prof. Kämtz's Behauptung bezöge sich dann nur auf die zweite Art, deren Erbohrung er für Russland so bestimmt abstreitet. Gegen diesen Ausspruch noch andere Einwendungen zu machen, ist nicht nöthig, da die oben angeführten Facta schon zu deutlich sprechen und schliesslich noch der schlagendste Beweis hier in Petersburg auf der Hand liegt. Wir müssen nur wünschen, dass Prof. Kämtz hierher kommen möge, um zu sehen, was seinem Ausspruche entgegen, hier aus dem Schoosse der Erde erbohrt worden ist.

Bevor wir aber diesen Gegenstand verlassen, müssen wir noch einer wichtigen Arbeit Erwähnung thun, zumal da dieselbe speciell über artesische Brunnen in Russland handelt, und ausserdem auch noch dem Ausspruch von Kämtz entgegen ist. Wir müssen hier nämlich die Arbeit von K. Vesselofski[1]), gegenwärtigem beständigen Secretair der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, erwähnen, der auch der Anlage von Bohrbrunnen das Wort redet. Nach ihm liegt der Unterschied zwischen gewöhnlichen und artesischen Brunnen nur darin, dass bei der Anlage der ersteren mit dem Eindringen in die Tiefe der Erde die grabende Kraft immer mit in die Tiefe hinuntergeht. Bei den artesischen Brunnen dagegen bleibt die Kraft immer auf der Oberfläche der Erde, und nur die Vorrichtung, einerlei welche man zum Graben oder Bohren anwendet, dringt allein in das Innere der Erde hinein.

Fernerhin theilt Vesselofski auch noch mit, dass in Russland seit alten Zeiten die Bohrbrunnen bekannt und angelegt worden, doch ganz speciell nur zur Gewinnung von Salzsoolen, um aus diesen das Kochsalz zu gewinnen. Auf eine speciellere Erörterung dieser Brunnen kommen wir weiter unten zurück und erwähnen nur noch nach Vesselofski, dass die Anlage oder vielmehr Versuche zu artesischen Brunnen, um durch dieselben aus

1) Журналъ Министерства Государственныхъ Имуществъ 1844. Часть X стр. 198.

dem Innern der Erde ein süsses Wasser zu erbohren, erst der neuesten Zeit angehören und zwar seit dem Jahre 1824. Waren bisher auch die neuesten Arbeiten nicht mit den Erfolgen gekrönt, die man erwartet hatte, so muss man nach Vesselofski doch von neuen Unternehmungen dieser Art nicht abstehen, nur mit besseren Kräften in jeglicher Hinsicht versehen sein, und eine grössere Geduld und Beharrlichkeit, als bisher, zeigen. Sehr passend schliesst Vesselofski seine interessante Abhandlung mit folgenden Worten: «Es unterliegt keinem Zweifel, dass günstige Resultate in einer solchen Sache unter keiner Bedingung plötzlich und schnell erreicht werden können; aber ebenso unzweifelhaft ist, dass, wenn wahre und sichere Mittel zur Ausführung einer solchen Arbeit angewandt werden, die Resultate einer solchen Arbeit immer fruchtbar sein werden, und sie werden sich ohne Unterbrechung immer mehr und schneller verbreiten, je mehr sich eine richtige Kenntniss über diesen Gegenstand verbreitet.»

Kehren wir nun zu dem Vorschlage G. v. Helmersen's zurück. Mit dem Erscheinen des zweiten Aufsatzes unseres Geologen entschied sich auch die Sache zu seinen Gunsten. Die Regierung übernahm die Entscheidung durch die That, indem sie in einem Hofraume zum Gebäude der Anfertigung der Staatspapiere einen artesischen Brunnen anzulegen beschloss. Im Mai 1861 begann die Arbeit und zwar zuerst mit der Aufführung des sogenannten Bohrthurmes, von dessen Spitze die beiden sich durchkreuzenden Hämmer jedem Aufschauenden anzeigten, was dort unternommen werden sollte.

Kapitain Nikolski leitete mit grosser Umsicht und Ausdauer die Arbeiten, später setzte dieselben der Oberstlieutenant Romanowski fort, und diesem war es bestimmt, die ganze Bohrarbeit zu Ende zu führen, indem er im December 1863 eine grosse, mächtig emporsteigende Wasserader erbohrte und dann im Januar dieses Jahres auf das anstehende Gestein, Granit, kam, wodurch der Arbeit das Ziel gesetzt war. Später übernahm wieder der Kapitän Nikolski die Leitung, und führte bis zum September die Röhreneinsetzung aus, so dass seit dem 10. September das Wasser aus der Tiefe von 658 Fuss hervorspringt und hoffentlich so unaufhaltsam dem Schoosse der Erde entströmen wird.

In dem glänzenden Resultate der hiesigen Bohrung müssen wir einen schlagenden Beweis sehen, dass, wenn man gestützt auf wissenschaftliche Gründe der Natur gegenüber Fragen stellt, man immer eine richtige Antwort erhält.

Erste Abtheilung.

Zusammensetzung der artesischen Wasser.

Im Verlaufe der Bohrungen wurden auf drei verschiedenen Tiefen nach Durchsenkungen von Thonlagern Grundwasser erbohrt, die ihre Ansammlungsstellen in den zwischen den Thonlagern liegenden, mehr oder weniger grobkörnigen Sandschichten haben. Wie bekannt, entstieg das erste Grundwasser aus einer Tiefe von 77 Fuss, wo die Sandschicht eine Mächtigkeit von 11 Fuss zeigte.

Bei 88 Fuss Tiefe folgte wieder eine Thonablagerung, die erst bei 388 Fuss Tiefe durchbohrt wurde. Dieser blaue Thon, über dessen ganze Mächtigkeit, gleichförmige Zusammensetzung und gesetzmässige Ablagerung in einem Briefe[1]) an den Akademiker G. von Helmersen berichtet worden war, sollte der Vorausbestimmung nach, die sich auf die Resultate verschiedener chemischer Analysen basirte, schon in einer Tiefe von 382 Fuss durchbohrt werden, während dieses in Wirklichkeit erst bei 388 Fuss Tiefe erfolgte. Dieser Unterschied von 6 Fuss liegt vollkommen zwischen den Gränzen der Unsicherheiten, die auch in jenem Briefe hervorgehoben waren. Eine solche Uebereinstimmung kann nicht dem blossen Zufall zugeschrieben werden, sondern scheint schon den besten Beweis für die Richtigkeit der in jenem Briefe ausgesprochenen Ansichten über die Ablagerungs-Verhältnisse der Thone zu geben. In wie weit sich aber diese Ansichten auf andere Thonablagerungen oder überhaupt auf andere sedimentäre Schichten ausdehnen lassen, kann nur mit der Zeit durch eine grosse Reihe von chemisch-geognostischen Untersuchungen zur Entscheidung gebracht werden.

Nach der Durchbohrung dieses mächtigen Thonlagers gelangte man in einen feinkörnigen Sandstein und aus diesem entstieg das zweite Grundwasser, und zwar um drei Fuss höher als das erste. Dieses Wasser war krystallhell, zeigte eine Temperatur von 8°,75 C., konnte aber kein süsses Wasser genannt werden, da es schon durch den Geschmack einen ungewöhnlichen Gehalt an Salzen darlegte.

---

1) Bulletin T. VI. p. 4—9.

Durch die Bereitwilligkeit des Herrn Kapitäns L. Nikolski wurde ich in den Stand gesetzt, die chemische Analyse dieses Wassers auszuführen, die aber bis jetzt nicht veröffentlicht worden ist.

Das Resultat der Wassererbohrung in 388 Fuss Tiefe war zuerst so überraschend, dass man sich mit diesem begnügen wollte, d. h. man wollte die Fortsetzung der Arbeit aufgeben. Das wissenschaftliche Interesse des Gegenstandes behauptete aber sein Recht, so dass, nach einer kleinen Unterbrechung der Arbeit, die Fortsetzung der Bohrung wieder aufgenommen wurde und schon nach wenigen Monaten wurde die Arbeit mit einem glänzenden Resultate gekrönt. Nicht, dass man den unten anstehenden Granit, der gleichsam das Endziel der ganzen Arbeit setzen sollte, erbohrte — so weit war man noch nicht, doch bei der Tiefe von 522 Fuss erbohrte man ein drittes Grundwasser, das mit der grössten Mächtigkeit dem Bohrloche entströmte.

Bei fortgesetzter Bohrarbeit, wo sich ein häufiger Wechsel von Thon und Sandschichten ergab, nahm das Quantum der Wassermasse immer zu, und nachdem man in dieser Wasserschicht 35 Fuss hineingebohrt hatte, schöpfte Herr Oberstlieutenant Romanowski mit Hülfe eines Bathometers aus dieser Tiefe das zur chemischen Untersuchung nöthige Quantum Wasser.

Die Bohrung wurde wieder fortgesetzt, das Wasserquantum nahm immer zu und endlich bei der Tiefe von 94 Faden = 658 Fuss erreichte man das anstehende Gestein, und nachdem zum Schluss das Bohrloch in seiner ganzen Tiefe theils mit gusseisernen, theils mit hölzernen Röhren ausgekleidet worden ist, kann das Wasser nur aus den untersten Schichten entsteigen.

Nach einer Bestimmung vom Oberstlieutenant Romanowski giebt der Brunnen jetzt in 24 Stunden 250000 Wedro = 108000 Cub. Fuss Wasser, so dass der Ausfluss dieses Wassers von der ersten Erbohrung desselben in 522 Fuss Tiefe um 34000 Wedro = 15000 Cubikfuss zugenommen hat.

Da hiernach diese Wasserschicht eine Mächtigkeit von 136 Fuss besitzt, so musste noch durch eine neue Untersuchung des Wassers entschieden werden, ob mit der Zunahme der Tiefe und des Wasserqnantums sich nicht auch eine Veränderung im Salzgehalte herausstellen würde. Hierzu versorgte mich Herr Nikolski mit dem erforderlichen Wasserquantum, und das Resultat, das wir weiter unten kennen lernen werden, zeigt, dass vom ersten Erbohren der Wasserschicht an, durchaus keine Veränderung im Salzgehalte eingetreten ist.

Dieses dritte Grundwasser, das nun ununterbrochen dem Brunnen entspringt, und zwar, wenn man auf die Mündung eine engere Röhre aufsetzt, bis zu einer Höhe von 21 Fuss, besitzt nach einer einmaligen Bestimmung des Hrn. Ferd. Müller, Gehülfen am meteorologischen Observatorium, eine Temperatur von + 9°,75 C. Es ist vollkommen krystallhell, hat einen salzigen Geschmack, der sich am besten mit dem eines Selterswassers vergleichen lässt, das längere Zeit an der freien Luft gestanden hat, so dass der grösste Theil der

freien Kohlensäure entweichen konnte. Beim Stehen an der Luft trübt es sich nicht, beim Kochen entweicht Kohlensäure und der grösste Theil der kohlensauren Salze fällt als unlöslich heraus. Das specifische Gewicht bei + 14° ergab sich zu 1,0030; gegen geröthetes Lackmuspapier zeigt das Wasser eine schwache alkalische Reaktion.

In dem Folgenden wollen wir nun die Zusammensetzung dieser drei Grundwasser näher kennen lernen und mit einander vergleichen. Hierbei bezeichnen wir die drei verschiedenen Grundwasser mit den römischen Zahlen I, II und III, so dass wo I steht immer von dem Wasser aus 77 Fuss Tiefe die Rede ist, bei II von dem Wasser von 388 Fuss und bei III von 522 bis 658 Fuss Tiefe.

Wasser I.

Das zur Untersuchung zugestellte Wasserquantum war trübe, doch nach 24 Stunden hatte es sich vollständig geklärt, indem sich kleine Thonpartikel, die mechanisch aufgeschlämmt waren, zu Boden gesetzt hatten. Beim ferneren Stehen trübte es sich durchaus nicht; es besitzt keinen besonderen Geschmack und gegen Reagenzpapiere verhält es sich indifferent, hat somit alle Zeichen eines Süsswassers. Beim Kochen trübte es sich unter Entwickelung von Kohlensäure und unter Niederschlagen von kohlensaurer Kalkerde und Magnesia, die als saure kohlensaure Salze aufgelöst waren. In dem von diesem Niederschlage abfiltrirten Wasser konnten nur Kali, Natron und Spuren von Kalkerde und Magnesia nachgewiesen werden, ausserdem noch Chlor, Kieselsäure und Kohlensäure. Die Gegenwart von Schwefelsäure war nicht darzulegen, obgleich hierzu grössere Quantitäten Wasser eingedampft und mehrere Versuche in dieser Hinsicht ausgeführt wurden. Nach dem Abdampfen konnten im Salzrückstande Spuren von Salmiak entdeckt werden.

Durch die qualitative Prüfung war der Gang der quantitativen Analyse bezeichnet und als Resultat ergab sich, dass in 10000 Theilen enthalten sind:

Chlor	1,730
Kieselsäure	0,200
Kali	0,225
Natron	3,483
Kalkerde	0,794
Magnesia	0,342
Kohlensäure	5,338
	12,112
minus O-Aequivalent des Chlors	0,390
	11,722

oder

Kieselsäure	0,200
Chlorkalium	0,356
Chlornatrium	2,574
Doppelt kohlensaures Natron	5,122
» » Kalkerde	2,042
» » Magnesia	1,096
Freie Kohlensäure	0,332
	11,722

Beim Abdampfen und Trocknen bei 100° erhält man aus 10000 Theilen Wasser 8,887, die nach einem schwachen Glühen 8,220 Theile Salzrückstand gaben. Nach einem längeren Kochen konnten im Wasser nur Spuren von Magnesia und 0,090 Theile kohlensaure Kalkerde gefunden werden. Das specifische Gewicht ergab sich = 1,00182.

Wasser II.

Dieses Wasser, das schon durch den Geschmack einen grösseren Gehalt an Salz anzeigte, kann kein Süsswasser genannt werden, sondern gehört zu den schwachen Soolen. Es ist krystallhell, trübt sich an der Luft nicht und verhält sich gegen Reagentien durchaus so wie I, nur gegen Lackmuspapier zeigt es eine schwach alkalische Reaction. Auch dieses Wasser enthält gar keine schwefelsauren Verbindungen. Beim anhaltenden Kochen trübt es sich und der ganze Gehalt an kohlensaurer Kalkerde und Magnesia fällt heraus; die Kieselsäure bleibt aber in der Lösung. Nach der Analyse wurden in 10000 Theilen gefunden:

Chlor	11,612
Kieselsäure	0,030
Kali	0,461
Natron	10,262
Kalkerde	0,647
Magnesia	0,370
Kohlensäure	2,122
	25,504
minus O-Aequivalent des Chlors	2,621
	22,883

oder

Kieselsäure	0,030
Chlorkalium	0,729
Chlornatrium	18,580
Kohlensaures Natron	0,701
Doppelt kohlensaure Kalkerde	1,664
» » Magnesia	1,184
	22,888

Beim Abdampfen des Wassers und Trocknen des Salzrückstandes bei 100° wurden 22,145 und nach schwachem Glühen 21,645 Theile erhalten.

Wasser III.

Wie oben schon angeführt wurde, ist dieses Wasser zweimal untersucht worden und zwar zuerst im December des vorigen Jahres und dann noch in den letzten Wochen, nachdem die Röhren in das Bohrloch bis nach unten heruntergelassen waren. Schon in den qualitativen Untersuchungen stellten sich keine Unterschiede, sowohl zwischen diesen beiden Proben, als auch zu dem Wasser II heraus, höchstens, dass dieses Wasser schon durch den Geschmack einen noch grösseren Salzgehalt anzeigte. Dieses bestätigte auch die quantitative Analyse. Da von diesem Wasser so grosse Quantitäten jetzt zu Gebote stehen, als man nur wünschen kann, so konnten grössere Mengen in Verarbeitung genommen werden, um hierdurch einige Bestandttheile, namentlich Lithion, Baryt, Eisenoxydul, Manganoxydul, Jod und Brom nicht nur qualitativ nachzuweisen, sondern, wenn möglich, auch quantitativ zu bestimmen. Wie die Wasser I und II, so enthält auch dieses durchaus keine Spuren von schwefelsauren Salzen. Beim Kochen des Wassers scheiden sich die kohlensauren Salze aus; die Kieselsäure bleibt aber in der Lösung. Beim Eindampfen dagegen scheidet sich auch diese nach und nach ganz aus, indem sich das im Wasser vorhandene kohlensaure Natron, als Auflösungsmittel der Kieselsäure, mit Chlorcalcium umsetzt. Es bildet sich dann kohlensaurer Kalk, der auch herausfällt, und Chlornatrium, das in der Lösung bleibt; hierdurch verliert die Kieselsäure ihre Lösungsmittel und scheidet sich aus. Gestützt auf diese Erscheinung, muss man im Wasser neben Chlorcalcium und Chlormagnesium das Vorhandensein von doppelt-kohlensaurem Natron annehmen, wie dieses gleich in den Zahlen gezeigt wird. Da dasselbe Wasser aus zwei verschiedenen Horizonten untersucht worden ist, so müssen wir das erstere mit a, das zweite mit b bezeichnen, und haben dann in 10000 Theilen:

	a.	b.
Chlor	22,606	22,500
Kieselsäure	0,115	0,090
Kali	0,386	
Natron	17,067	
Kalkerde	1,634	1,410
Magnesia	1,093	1,040
Kohlensäure	1,770	
	44,671	
minus O-Aequivalent des Chlors	5,098	
	39,573	
Abdampfrückstand bei 100°	39,097	38,820
nach dem Glühen	36,979	35,680

Vorliegende Zahlenwerthe belegen auf das Deutlichste die gleiche Zusammensetzung dieses Wassers, und aus diesen Gründen finden wir es auch überflüssig, die Analyse b weiter zu verfolgen, zumal da die in a aufgeführten Resultate zum grössten Theile die Mittelwerthe aus zwei Bestimmungen sind. Wir halten uns deswegen in der Folge bei ferneren Betrachtungen immer an Analyse a, und haben nach dieser in 10000 Theilen:

Kieselsäure	0,115
Chlorkalium	0,611
Chlornatrium	31,450
Chlormagnesium	2,427
Chlorcalcium	2,232
Doppelt kohlensaures Natron	0,949
» » Kalkerde	1,320
» » Magnesia	0.230
Freie Kohlensäure	0,238
	39,572

Diese Resultate geben uns ein Bild der Zusammensetzung unseres artesischen Wassers und erleichtern uns in der Folge den Vergleich dieses mit denen des Wassers I und II, so dass, wenn wir es nicht besonders hervorheben, immer diese Zahlenwerthe benutzen werden. Es finden sich aber, wie schon gesagt, noch einige Bestandtheile in diesem Wasser, die nur in kleinen Quantitäten vorkommen, aber nicht zu übersehen und nicht ohne Bedeutung sind. Zur Bestimmung derselben wurden grössere Quantitäten Wassers abgedampft und so aus 24 Litres die im Wasser vorkommenden Quantitäten von Baryt, Eisenoxydul und Manganoxydul bestimmt und in 10000 Theilen gefunden:

Baryt	0,0164
Eisenoxydul	0,0037
Manganoxydul	0,0015

Diese Körper finden sich als kohlensaure Salze und scheiden sich beim Eindampfen des Wassers aus. Berechnet man diese Verbindungen, so erhält man:

kohlensauren Baryt	0,0211
kohlensaures Eisenoxydul	0,0060
kohlensaures Manganoxydul	0,0024

Zur Nachweisung und quantitativen Bestimmung des Jods wurde ein besonderer Versuch angestellt. 56 Litres Wasser wurden in einem Platinkessel unter Zusatz von kohlensaurem Natron nach und nach abgedampft, die ausgeschiedenen unlöslichen kohlensauren Salze auf einem Filter gesammelt und ausgewaschen. Die schwach alkalisch reagirende Salzlösung wurde darauf bis zur Trockne eingedampft und die Salzmasse nach dem Zerreiben mit Alkohol von 90 % dreimal ausgezogen. Diese Lösung, nach dem vollständigen

Klären, wurde unter Zusatz eines Tropfens concentrirter Kalilauge in einer Retorte im Wasserbade abgedampft. Die trockene Salzmasse, wieder mit Alkohol behandelt und nach dem Abdampfen dieses Auszuges und schwachem Glühen des Rückstandes, um alle organische Substanzen zu zerstören, wurde in Wasser gelöst und dem Gewichte nach bestimmt. In dieser Lösung konnte die Gegenwart des Jod mit Leichtigkeit nachgewiesen werden und zwar unter Anwendung der von Viale und Latini[1]) vorgeschlagenen Methode vermittelst Stärke und Salzsäure. Dieses Verfahren ist überaus empfindlich, wie hier vor einigen Jahren vom Oberstlieutenant W. von Beck durch vergleichende Versuche mit anderen Methoden auf's Bestimmteste gezeigt wurde. Auf diese Versuche kommen wir weiter unten wieder zurück.

Diese Methode gab überall deutliche Reactionen und übertraf darin durchaus das Verfahren mit Schwefelkohlenstoff und Untersalpetersäure. Auch bei Anwendung dieser Reaction trat die charakteristische rothe Färbung des Schwefelkohlenstoffes ein, doch nicht so grell und scharf wie die blaue Färbung der Stärke.

Der Nachweis des Brom in dieser Lösung war überaus leicht, unter Anwendung von Aether und Chlorwasser. Die nach Ausführung der qualitativen Prüfungen rückständige Lösung wurde mit einigen Tropfen Salzsäure angesäuert, filtrirt, und darauf mit einer Palladiumlösung versetzt. Nach 24 Stunden hatte sich aber nur ein so unbedeutender Niederschlag von Jodpalladium ausgeschieden, dass eine weitere quantitative Bestimmung dieses Körpers aufgegeben wurde.

Ein Theil dieser Lösung wurde darauf, nach Ausfällung des Palladium durch Schwefelwasserstoff, zur Prüfung auf Lithion benutzt und unter Anwendung der von Fresenius vorgeschriebenen Methode auf's Bestimmteste die Gegenwart dieses seltenen Körpers dargelegt.

Die quantitative Bestimmung des Broms wurde nach der von Fr. Mohr[2]) vorgeschlagenen Methode auf indirectem Wege mit Hülfe einer titrirten Silberlösung ausgeführt. 100 CC. Wasser erforderten zur vollständigen Ausfällung 0,6871 Grm. Silber, der Niederschlag wurde gesammelt, ausgewaschen und dem Gewichte nach = 0,9143 Grm. bestimmt. Wäre im artesischen Wasser nur Chlor vorhanden, so hätten 0,6871 Grm. Silber nur 0,9128 Grm. Chlorsilber geben müssen. Hieraus folgt, dass in obigem Niederschlage enthalten sind:

Bromsilber . . .	0,0063
Chlorsilber . . .	0,9080

oder in 100 C. C. Wasser

Brom	0,00268
Chlor	0,22446

1) Jahresbericht der Chemie. 1855. S. 791.

2) Fr. Mohr, Lehrburch der chemisch-analytischen Titrir-Methode 1856. Bd. II, S. 27.

welche Quantitäten an Stelle der oben aufgeführten 0,22606 Chlor in Rechnung gebracht werden müssen.

Vereinigen wir jetzt alle analytischen Resultate in Bezug des Wassers III, so finden wir, dass in 10000 Theilen desselben enthalten sind:

Chlornatrium	31,450
Chlorkalium	0,611
Chlorlithium	Spuren
Chlorcalcium	2,232
Chlormagnesium	2,204
Brommagnesium	0,308
Jodmagnesium	Spuren
Kieselsäure	0,115
Doppelt kohlensaures Natron	0,949
» » Magnesia	0,307
» » Kalkerde	1,2942
» » Baryt	0,0258
Kohlensaures Eisenoxydul	0,0060
» Manganoxydul	0,0024
Freie Kohlensäure	0,2030
Summe	39,7074

Ein Blick auf diese Zahlenwerthe zeigt sogleich, dass wir das Wasser III durchaus nicht in die Reihe der süssen Quellwasser stellen können, sondern dass es als ein Mineralwasser schwacher Art angesehen werden muss. Wir können das Wasser hiernach durchaus nicht als Trinkwasser anpreisen, nichts desto weniger hört man aber, dass dieses Wasser von vielen Personen, die in der Nachbarschaft des artesischen Brunnens wohnen, fast ohne Unterbrechung zu den verschiedensten Zwecken benutzt wird, und dass sich dabei durchaus keine nachtheiligen Folgen herausgestellt haben. Aus der chemischen Zusammensetzung musste man diesem Wasser nur schwach abführende Eigenschaft zuschreiben, doch ob dieses so ist, das muss die Zeit erst beweisen. Sollte sich aber auch mit der Zeit herausstellen, dass dieses Wasser im Haushalte der Einwohner durchaus nicht benutzt werden könnte, so müssen wir nichts destoweniger die Erbohrung eines solchen springenden Wassers als ein glänzendes Resultat bezeichnen, das in vieler Hinsicht die grösste Aufmerksamkeit verdient.

Betrachten wir zuerst vom chemischen Standpunkte die in den drei Wassern nachgewiesenen feuerfesten Bestandtheile und die Kohlensäure, die als Lösungsmittel der verschiedenen kohlensauren Verbindungen eine wichtige Rolle spielt, so stellt sich uns zuerst heraus, dass wir in den Wassern aus den drei verschiedenen Horizonten dieselben Hauptbestandtheile finden, nur in einem verschiedenen relativen Verhältnisse zu einander, so dass

dadurch die Frage auf der Hand liegt, ob nicht diese Wasser in sehr naher Beziehung zu einander stehen. Hierauf müssen wir näher eingehen und zuerst das Verhältniss der Summe der feuerfesten Bestandtheile ins Auge fassen, wo wir in 10000 Theilen finden:

I.		II.		III.								
6,384	:	20,761	:	37,803	= 1	:	3,25	:	5,92 = 1	: 3	:	6,

d. h. mit der Tiefe eine Zunahme der Salze. In Bezug der Kohlensäure tritt aber gerade die entgegengesetzte Erscheinung ein, nämlich mit der Tiefe eine Abnahme, und zwar in folgendem Verhältnisse:

	I.		II.		III.					
Kohlensäure	5,34	:	2,12	:	1,77	= 3,02	:	1,20	:	1.

Ferner müssen wir das Verhältniss des Natron zum Chlor hervorheben, doch hierbei erst die bekannte Thatsache vorausschicken, dass, wenn der ganze Gehalt an Chlor in einer Lösung in Verbindung mit Natron als Kochsalz angenommen werden soll, ein Verhältniss von

Natron : Chlor = 1 : 1,143

sein muss.

Nun finden wir aber aus den oben angeführten analytischen Resultaten zwischen diesen Bestandtheilen, — bei welchen das durch die Analyse gefundene Kali, da es nur in kleinen Quantitäten auftritt, als gleichbedeutend mit Natron und ebenso der Gehalt an Brom im Wasser III gleich Chlor gerechnet wird, — folgende Verhältnisse:

	Natron	:	Chlor			
I.	3,708	:	1,730	= 1	:	0,466
II.	10,723	:	11,612	= 1	:	1,082
III.	17,453	:	22,606	= 1	:	1,294.

Aus diesen Verhältnissen müssen wir folgern, dass, wie auch schon oben hingestellt ist, in dem Wasser I nur ein Theil des Natron als Chlornatrium angenommen werden muss, während der andere Theil in einer andern Verbindung, hier als kohlensaures Natron, vorhanden ist.

In II stellt sich ein sehr nahe aequivalentes Verhältniss beider Körper heraus, so dass nur eine kleine Quantität Natron als an Kohlensäure gebunden aufgeführt werden muss.

In III finden wir aber andere Beziehungen; hier zeigt sich ein das Natron überwiegender Gehalt an Chlor und dieses veranlasst uns auch, in diesem Wasser neben Kochsalz noch andere Chlorverbindungen, nämlich Chlorcalcium und Chlormagnesium, anzunehmen.

Um die aufgestellte Vermuthung, — dass die drei Wasser zu einander in irgend welcher Beziehung stehen — noch weiter zu verfolgen, müssen wir zuerst noch einmal die durch die Analyse gewonnenen Resultate zusammenstellen, doch hierbei durchaus keine Rücksicht auf die mögliche Zusammengruppirung der einzelnen Körper nehmen. Wir haben nämlich in 10000 Theilen Wasser gefunden:

	I.	II.	III.
Chlor	1,730	11,612	22,606
Kieselsäure . .	0,200	0,030	0,115
Kali	0,225	0,461	0,386
Natron	3,483	10,262	17,067
Kalkerde . . .	0,794	0,647	1,634
Magnesia . . .	0,342	0,370	1,093
Kohlensäure . .	5,338	2,122	1,770
	12,112	25,504	44,671.

Erlauben wir uns nun die Annahme aufzustellen, dass die drei Wasser in einer bestimmten Beziehung zu einander stehen, so zeigen uns die Unterschiede zwischen den Quantitäten von I und II, und ebenso von II und III die Quantitäten der einzelnen Bestandtheile an, die zum Wasser aus einer geringeren Tiefe beim Durchgange durch die Schichten, um das tiefer erbohrte Wasser zu bilden, hinzugetreten oder herausgetreten sein müssen.

Führen wir dieses in Zahlenwerthe an, so finden wir, dass zu I, um II zu bilden, hinzugetreten sind:

9,882 Chlor
0,236 Kali
6,779 Natron
0,028 Magnesia

herausgetreten dagegen:

0,147 Kalkerde
0,170 Kieselsäure
3,216 Kohlensäure

Hieraus sehen wir, dass der Hauptunterschied nur im Gehalt an Natron, Chlor und Kohlensäure besteht, während die Differenzen zwischen den anderen Bestandtheilen als zu unbedeutend erscheinen, so dass wir sie in die möglichen Fehler einer jeden Analyse setzen können, und deswegen nicht weiter berücksichtigen. Berechnen wir jetzt die dem Natron und Kali entsprechende Quantität Chlor, so ist diese = 8,028. Der Unterschied zwischen 9,882 — 8,028 Chlor = 1,854 Chlor, musste dann die Quantität Chlor bezeichnen, die eine aequivalente Menge Kohlensäure, nämlich 1,150, vertreten hat. Wir wissen aber aus der Analyse, dass im Wasser I 5,122 Theile doppelt kohlensaures Natron oder 3,620 kohlensaures Natron, mit 1,502 Kohlensäure, enthalten sind. Der Unterschied dieser nach dem Chlorgehalte berechneten Quantität Kohlensäure und der gefundenen, nämlich 1,502 — 1,150 = 0,352 ist sehr unbedeutend und wird noch geringer, wenn man in Betracht zieht, dass im Wasser II 0,701 Theile kohlensaures Natron aufgeführt sind, die mit einem Antheil von 0,291 Kohlensäure in Anschlag genommen werden müssen.

Sollte somit ein Zusammenhang zwischen I und II stattfinden, so müsste I beim Niedergange bis zu 388 Fuss Tiefe durch solche Schichten gekommen sein, aus welchen es

Kochsalz auflösen konnte, ferner noch andere Chlorverbindungen, wie Chlorcalcium oder Chlormagnesium, vorfinden, damit das in I im Ueberschuss vorhandene kohlensaure Natron sich umsetzen konnte und zwar durch Bildung von unlöslichen Verbindungen der kohlensauren alkalischen Erden, während das gebildete Chlornatrium von dem Wasser weitergeführt würde. Natürlich müsste man dabei noch die Voraussetzung machen, dass zu gleicher Zeit starke Zuflüsse von Wasser stattfänden, da das zweite Wasser in viel reichlicher Menge aus dem Bohrloche heraustrat, als das erste. Leider fehlen über diese Verhältnisse alle näheren Angaben.

Vergleichen wir in ähnlicher Weise die Zusammensetzung des Wassers II mit III, so finden wir, dass hinzugetreten sind:

10,994 Chlor
0,085 Kieselsäure
6,805 Natron
0,987 Kalkerde
0,723 Magnesia

herausgetreten dagegen:

0,075 Kali
0,352 Kohlensäure.

Bei weiterem Verfolg dieser Verhältnisse können wir die Unterschiede im Gehalte an Kieselsäure und Kali durchaus übersehen, betrachten wir aber die anderen Werthe näher, so finden wir dass:

6,805 Natron zur Bildung von Chlornatrium	7,782	Chlor	verlangen, ferner
0,987 Kalkerde » » » Chlorcalcium	1,247	»	und
0,723 Magnesia » » » Chlormagnesium	1.272	»	
Summe . .	10,301	Chlor.	
Jetzt entsprechen aber 0,352 Kohlensäure . .	0,566	»	so
haben wir die Summe	10,867	Chlor,	
während die oben aufgeführte Zahl	10,994	»	ist,
somit ein Ueberschuss von	0,127	Chlor,	der verschwindend ist.

Entstände somit das Wasser III durch ein Niedersinken von II durch die tiefer liegenden Thonschichten oder Spalten in denselben, so müssten diese Wasser bei dem Durchgange nicht nur Chlornatrium in reichlicher Menge zur Auflösung vorfinden, sondern auch noch Chlorcalcium und Chlormagnesium, und mit diesen Verbindungen einen Theil des kohlensauren Natron umsetzen. Ausserdem müsste dann aber noch von anderen Seiten her eine überaus starke Zuströmung von Wasser stattfinden, damit III mit der Gewalt und Fülle aus dem Bohrloche herausspringen kann, wie wir es jetzt sehen.

Wir haben diese Betrachtung hier unter der Annahme gemacht, dass die Wasser von

oben nach unten durch die verschiedenen Schichten hindurchdringen und dabei gleichsam einen Auslaugunsprocess auf diese ausüben. Wir können aber auch den entgegengesetzten Fall annehmen, nämlich, dass die in der Tiefe angesammelten Wasser (hierbei versuchen wir aber gar nicht das erste Erscheinen dieser Wasser zu erklären) nach und nach durch die aufgelagerten Schichten hinaufdringen und hierbei dann nur einen Theil der Salze mit sich führen. Sollte dem sein können, so ändert sich die obige Betrachtung nur dahin ab, dass die Substanzen, die dort hinzugetreten sind, hier heraustreten müssen und umgekehrt.

Diese Vergleiche hätten viel weiter geführt werden können, und dann vielleicht noch zu weitgreifenderen Schlüssen Veranlassung gegeben, wenn man im Stande gewesen wäre, die chemische Analyse der Wasser I und II ebenso auszudehnen, wie die von III möglich war. Wichtig wäre es für Schlussfolgerungen zum Beispiel gewesen, zu wissen, ob in I und II auch die Gegenwart von Jod und Baryt nachzuweisen sei. Dies war aber nicht möglich, da nach dem Erbohren von I und II die Bohrarbeiten gleich weiter fortgesetzt wurden, nachdem nur soviel Wasser aus der Tiefe geschöpft war, als eben zu einer einfachen Analyse nöthig war.

Einen Zusammenhang dieser drei Wasser aus den verschiedenen Horizonten anzunehmen, lag durch die so grosse Aehnlichkeit der Zusammensetzung zu sehr auf der Hand, und wurde noch durch die eigenthümliche Erscheinung, dass alle drei Wasser durchaus frei von schwefelsauren Salzen sich zeigen, sehr gesteigert. Der weitere Verfolg dieser Betrachtung führt zum folgenden Abschnitte hin.

Zweite Abtheilung.

Zusammensetzung der durchbohrten Thonschichten und ihr Verhältniss zu den artesischen Wassern.

Um die Thonschichten kennen zu lernen, müssen wir uns zuerst einen geognostischen Durchschnitt des artesischen Brunnens vorführen, und hierzu benutzen wir am besten die Mittheilungen vom Bergingenieur Hrn. Romanowski. Wir führen aber diesen Durchschnitt in aller Kürze auf, ohne irgend welche weitere Erörterungen, da es uns hier vorzüglich nur um die geognostische Lage der untersuchten Thonschichten und um das Verhältniss derselben zum erbohrten Wasser zu thun ist. Die Zusammensetzung der analytisch untersuchten Thone werden wir aber ausführlicher behandeln müssen, um hier noch einmal umständlicher die aufgestellte Ansicht «über die Mächtigkeit der untersilurischen Thonschicht in

St. Petersburg» zu erörtern. Für das dort Ausgesprochene somit hier die Belege. Dieses wird uns freilich für einige Augenblicke etwas weit von dem eigentlichen Gegenstande abführen, doch zu anderen Schlussfolgerungen von Wichtigkeit sein.

Nach Herrn Romanowski's[1]) Angaben sind im Verlaufe der ganzen Bohrung folgende Schichten durchbohrt worden:

	Mächtigkeit der Schichten.		Tiefe derselben von der Oberfläche an.	
1. Grobkörniger Sand	7′	—″		
2. Feinkörniger Sand	7	—	14′	—″
3. Thon von grauer Farbe	17	4	31	4
4. Thon von hellblauer Farbe	4	—	35	—
5. Grauer Thon	17	9	58	1
6. Thon von hellblauer Farbe	8	7	61	8
7. Grober lockerer Sand	7	7	69	3
8. Feiner loser Sand	8	9	78	—
9. Grober loser Sand mit Wasser	10	5	88	5
10. Bläulich-grauer Thon mit dünnen Schichten von Sandstein und Mergel und mit Sphärosiderit	299	7	388	—
11. Feinkörniger Sandstein mit Wasser	25	6	413	6
12. Blauer Thon	4	8	418	2
13. Grauer Sandstein mit Spatheisenstein	66	—	484	2
14. Gräulicher und röthlicher Thon	15	7	499	9
15. Glimmerhaltiger Sandstein mit Lagen von Thonschiefer	8	—	507	9
16. Sandsteinartiger Thon von röthlich grauer Farbe	8	9	516	6
17. Weisser quarzhaltiger Sandstein mit Wasser	40	4	556	10
18. Fester grünlich-grauer Thon	46	1	602	11
19. Weisser quarzhaltiger Sand mit Wasser	5	2	608	11
20. Fester Sandstein	1	1	609	2
21. Dunkelgrauer Thon	14	—	623	2
22. Schwefelkieshaltiger Thon mit Sandsteinschichten	10	9	633	11
23. Feinkörniger Sandstein mit Wasser	3	5	637	4
24. Grobkörniger Sandstein mit Quarz, Feldspath, schwarzem Glimmer und Schichten von Chlorithaltigem Thon	18	3	655	7
25. Granit	1	6	657	1
	657′	1″		

Verfolgen wir dieses Register, so sehen wir zuerst in 14 Fuss Tiefe Thonablagerungen auftreten, die sich dem äusseren Habitus nach als identisch mit den Thonen zeigten, die wir in der ganzen Umgegend von Petersburg auftreten sehen, und die sich bis nach Finn-

1) Горный журналъ 1864, № 7, стр. 45.

land hinziehen. Dieser Thon, hier bekannt unter dem Namen «Thon von Wolkowa», liegt auf diesem Felde fast unmittelbar an der Oberfläche, nur von einer dünnen Sandschicht überlagert und wird von daher zu allen verschiedenen Bauten in der Hauptstadt in grossen Mengen genommen. Aus demselben Thon werden auch fast alle Ziegelsteine gebrannt, die hier verbraucht werden. Dieser Thon, der zum Diluvium gerechnet wird, zeigte nach dem vorliegenden Bohrregister eine Mächtigkeit von 47 Fuss. Darauf folgte Sand und das Wasser I. Um diesen Thon kennen zu lernen, wurden zwei Analysen mit verschiedenem Material ausgeführt. Die erste mit einer Probe Thon, die unmittelbar vom Wolkowaer Felde herstammte und die mir durch Herrn Staatsrath Ch. v. Pander übergeben war; die zweite mit einer Probe aus dem Bohrloche von ungefähr 77 Fuss Tiefe.

Die folgenden drei Analysen wurden mit Thonproben ausgeführt, die unmittelbar dem 299 Fuss mächtigen Thonlager entnommen waren, und die Untersuchung derselben führte uns zu der schon erwähnten Schlussfolgerung hin.

Zum Schlusse wurde dann noch eine Thonprobe von 570 Fuss Tiefe untersucht, um dadurch das Verhältniss dieser Ablagerung zu den früheren Thonen kennen zu lernen. Leider war es mit der zunehmenden Tiefe des Bohrlochs und vorzüglich noch durch die so stark entströmende Wassermasse sehr schwer, Bohrproben bis zur Oberfläche heraufzubringen.

Bevor wir nun zu den analytischen Resultaten übergehen, müssen wir zuerst den Gang der Analyse hinstellen. Dieses ist durchaus erforderlich, um dadurch die gewonnenen Resultate ins richtige Verständniss zu setzen.

Um bei Untersuchungen von Thonen zu Resultaten zu gelangen, die mit einander verglichen werden können, ist es nothwendig und höchst wünschenswerth, dass derartige Arbeiten nach einem bestimmten, allgemein angenommenen Wege ausgeführt würden. Dass dieses bisher durchaus noch nicht geschehen ist, erkennt man nur zu leicht, wenn man die Resultate verschiedener Analytiker mit einander zu vergleichen versucht. Dieser Weg der chemischen Analyse muss aber nicht allein eine sogenannte Bauschanalyse des Thons zum Ziele haben, sondern wir müssen durch dieselbe so viel und so genau als möglich die einzelnen Gemengtheile, die den Thon bilden, und ihr quantitatives Mischungsverhältniss zu einander kennen lernen. Ein derartiger Weg der Analyse muss für alle Fälle ausreichen, wie verschiedenartig auch die Zusammensetzung der Thone sein mag, und deswegen muss man vom allgemeinsten Fall ausgehen. Hat man für einen solchen Thon den Gang der Analyse festgestellt, so kann man mit Leichtigkeit auf jeden einzelnen Fall übergehen.

In dieser Absicht müssen wir jetzt einen Thon betrachten, der durch die Zersetzung irgend eines krystallinischen Massengesteins, zum Beispiel eines Granits, entstanden sei, so haben wir in einem solchen auf folgende Gemengtheile Rücksicht zu nehmen, nämlich:

1. eigentliche Thonmasse,
2. unveränderte Gesteinsmasse (Mineral) und
3. auf die zufälligen Einmengungen.

Natürlich ist es, dass das Verhältniss dieser drei Gemengtheile zu einander den mannigfaltigsten Schwankungen unterworfen sein kann. Um hierfür ein Beispiel zu geben, können wir uns nur vorstellen, dass die Gemengtheile 2 und 3 = 0 wären, so haben wir es mit den reinsten Thonen zu thun, so mit dem Porcellanthon von St. Yrieux bei Limoges, der auf der berühmten Porcellanmanufactur zu Sèvres bei Paris verarbeitet wird, oder mit den Cimoliten des südlichen Russlands. Ist dagegen nur der Gemengtheil 3 = 0, so sind damit die meisten Kaoline bezeichnet. Die gemeinen oder plastischen Thone, die das Material zu verschiedenen Bauten, Ziegeln und Töpfereien geben, gehören immer zu denjenigen, in welchen alle drei Gemengtheile angetroffen werden.

Der Gang der chemischen Analyse muss nun auf diese drei Gemengtheile Rücksicht nehmen, und in dieser Hinsicht möchte ich, mich stützend auf die vielen Erfahrungen, die ich in den letzten Zeiten bei den Untersuchungen der Thone zu machen Gelegenheit hatte, folgenden allgemeinen Gang der Analyse in Vorschlag bringen und bei Thonuntersuchungen allgemein angenommen sehen. Der Gang dieser Analyse stützt sich hauptsächlich auf die Erscheinung, dass in allen Thonen nach dem Glühen die eigentliche Thonmasse durch concentrirte Salzsäure beim Kochen vollständig zerlegt wird. Die Kieselsäure der Thonmasse bleibt unlöslich zurück, während sich die Thonerde und die anderen Bestandtheile in der Säure auflösen. Diese Erscheinung ist nicht neu. Bischof[1]) hebt dieselbe auch schon hervor und zwar bei Gelegenheit, wo er von dem Anflösen des Granits nach dem Glühen in Säuren spricht. Hierbei sagt er: «Wie der Granit, so verhalten sich auch verschiedene Thonarten, welche sich in Säuren nicht, oder doch nur schwierig auflösen, aber nach vorhergegangenem Glühen darin aufgelöst werden. Daher pflegt man bei der Fabrikation des Alauns aus Thon und Schwefelsäure jenen vor seiner Behandlung mit Schwefelsäure zu glühen.» —

Von den Gemengtheilen 2 und 3 wird die unveränderte Gesteinsmasse von der Säure nicht angegriffen, die zufälligen Einmengungen, bestehend vorzüglich aus kohlensauren und schwefelsauren Salzen, Schwefelkies etc., werden dagegen auch aufgelöst.

Von der zu untersuchenden Thonmasse müssen, ebenso wie bei den Bauschanalysen krystallinischer Gesteinsmassen, möglichst grosse Quantitäten Material vorhanden sein, um richtige Mittelwerthe zu erhalten, wie dies zuerst Th. Scheerer in seiner Untersuchung der Gneuse des sächsischen Erzgebirges darlegte. Das vorhandene Material wird zerkleinert, sorgfältig unter einander gemischt, und dann nimmt man von diesem einen Theil ab, den man weiter zerkleinert. Von dieser Masse nimmt man ein Quantum von ungefähr 100 Grm., zerreibt es sorgfältig in einem Achatmörser und giebt dann das Pulver in ein gut schliessendes Stöpselglas. Dieses so vorbereitete Material dient nach vorhergegangener qualitativer Prüfung zu allen Untersuchungen, die in folgender Weise ausgeführt werden müssen.

Erster Versuch. Ein abgewogenes Quantum des Pulvers trocknet man bei 100°

1) Bischof, Geologie Bd. II, S. 472.

und bestimmt durch den Gewichtsverlust das hygroscopische Wasser. Den Rückstand glüht man im gut geschlossenen Platintiegel zu wiederholten Malen, bis nach erfolgter Abkühlung die Wage keine Gewichtsabnahme mehr zeigt. Der Gewichtsverlust besteht aus dem chemisch gebundenen Wasser, der Kohlensäure, einem Theile des Schwefels aus dem vorhandenen Schwefelkies und aus den organischen Substanzen, wenn solche im Thon vorhanden sind. Den Glührückstand behandelt man darauf in einem Setzkolben während 24 Stunden mit concentrirter Salzsäure in der Siedhitze, unter Zusatz einiger Tropfen Salpetersäure, theils um hierdurch, zumal im Anfange, ein Stossen im Kochen zu vermeiden, theils um die im Thon eingemengten Schwefelkiese in Auflösung überzuführen. Nach beendigter Digestion wird der Inhalt des Kolbens in einer Schale im Wasserbade abgedampft und dann nach Art der gewöhnlichen Mineral-Analysen das in Säuren Unlösliche auf einem Filter gesammelt und schliesslich dem Gewichte nach bestimmt.

Dieses Unlösliche (A) besteht, immer den allgemeinsten Fall genommen, aus:

1. den im Thon vorhandenen, unzersetzbaren Mineralien (Mineral),[1])
2. der Kieselsäure, die in der eigentlichen Thonmasse vorhanden ist, und
3. aus der Titansäure.

Dieses wird nun in einer Platinschale mit einer verdünnten Kalilösung längere Zeit ausgekocht, wodurch nur die Kieselsäure, die in der eigentlichen Thonmasse enthalten war, aufgelöst wird, während die anderen Gemengtheile, wenn solche vorhanden waren, nicht angegriffen werden. Diese Behandlung mit Kalilauge ist einer mit einer Lösung von kohlensaurem Natron vorzuziehen, da das leztere Quarz, wie überhaupt kieselsaure Verbindungen, viel leichter angreift und auflöst.

Nach der Auskochung sammelt man das Unlösliche auf einem Filter, wäscht es mit heissem und schliesslich mit angesäuertem Wasser recht sorgfältig aus, und bestimmt es dem Gewichte nach. Aus dem Filtrat kann man, um eine Controlle zu haben, die aufgelöste Kieselsäure durch Ansäuren der Lösung, Abdampfung etc., wieder bestimmen, wobei man zu gleicher Zeit die Flüssigkeit auf einen möglichen Gehalt an Thonerde prüfen muss.

Das dem Gewicht nach Unlösliche (A — 2) wird darauf mit saurem schwefelsaurem Kali in einem Platintiegel zusammengeschmolzen nach erfolgter Abkühlung mit Wasser behandelt und das Unlösliche durch Filtration getrennt. Die so erhaltene Lösung behandelt man darauf nach der Vorschrift von Th. Scheerer mit Schwefelwasserstoffgas und kocht sie längere Zeit unter Abhaltung des Zutritts der atmosphärischen Luft. Zeigt sich bei diesem Kochen eine Trübung, so ist Titansäure vorhanden, die auf einem Filter gesammelt und dem Gewichte nach bestimmt wird.

Das Unlösliche (A — 2 und 3) kann jetzt entweder durch Aufschliessen mit kohlensaurem Natron oder durch Behandlung mit Fluorwasserstoffsäure nach den gewöhnlichen Methoden weiter untersucht werden.

1) Im weiteren Verfolg dieser Arbeit werden diese im Thone vorhandenen unzersetzten Mineralien, der Einfachheit wegen, immer Mineral = Mi bezeichnet werden.

Die Lösung, erhalten nach der Trennung des Unlöslichen (A), wird in der Wärme durch Ammoniak gefällt, einige Zeit, bis zum Verschwinden des Geruchs nach Ammoniak, digerirt, oder noch besser gekocht. Hierdurch scheiden sich am vollständigsten das Eisenoxyd, Manganoxyd und die Thonerde ab, während die kleinen Quantitäten Kalkerde und Magnesia, die bei der Fällung mit niedergefallen waren, wieder in Auflösung übergehen. Der Niederschlag wird gesammelt und in demselben das Eisenoxyd, Manganoxyd und die Thonerde nach den gewöhnlichen Methoden bestimmt, wobei man die Thonerde auf einen Gehalt an Phosphorsäure zu prüfen nicht unterlassen muss.

Aus dem Filtrate wird nach dem Eindampfen das Manganoxydul als Schwefelmangan ausgefällt und darauf nach Verflüchtigung des überschüssigen Schwefelammoniums und nach Trennung des ausgeschiedenen Schwefels die Kalkerde durch Oxalsäure niedergeschlagen und als Aetzkalk bestimmt. Die vom oxalsauren Kalk abfiltrirte Lösung wird zur Trockne abgedampft, geglüht und darauf die rückständigen Salze durch Behandlung mit Schwefelsäure in schwefelsaure Salze übergeführt und als solche dem Gewichte nach bestimmt. Die Salze werden jetzt in Wasser gelöst und diese Lösung durch unmittelbare Abwägung in einem geeigneten Gefässe in zwei Theile getheilt; aus dem einen bestimmt man die Magnesia als phosphorsaure Magnesia, aus dem anderen Theile der Lösung entweder die Schwefelsäure als schwefelsauren Baryt, und findet so durch Berechnung die Quantitäten des Kali und des Natron, — oder man bestimmt das Kali als Kaliumplatinchlorid nach der gewöhnlichen Methode.

Zweiter Versuch. 10 Grm. des Thons werden mit Königswasser in der Wärme behandelt und aus der Lösung die Schwefelsäure durch Barytlösung gefällt. Ein anderes Quantum Thon wird nur mit Salzsäure behandelt und die Lösung auch durch Barytlösung gefällt. Die Verbindung beider Bestimmungen der Schwefelsäure lässt uns die im Thon vorhandene Quantität von Schwefelkies und schwefelsauren Salzen berechnen.

Dritter Versuch. Zur Bestimmung der Kohlensäure behandelt man 5 bis 10 Grm. des Thons mit Schwefelsäure in einem Apparate, der in ähnlicher Weise zusammengesetzt ist, wie der, den Löwe[1]) zur Bestimmung des Kohlenstoffs vermittelst chromsaurem Kali und Schwefelsäure in Vorschlag gebracht hat. Bei dieser Behandlung könnte sich aus dem im Thon vorhandenen Schwefelkies Schwefelwasserstoffgas entwickeln, und damit dieses ohne Einfluss bleibt, so wird unmittelbar nach dem Zersetzungskolben eine U-förmige Glasröhre, die mit einer Lösung von schwefelsaurem Silberoxyd getränkte Bimsteinstücke enthält, eingeschaltet.

Vierter Versuch. Zur Bestimmung der Oxydationsstufen des Eisens wird eine bestimmte Quantität des Thons durch längeres Kochen mit Schwefelsäure in einer Atmosphäre von Kohlensäure zersetzt und aus der abgekühlten, gehörig verdünnten Lösung das Eisenoxydul durch eine Lösung von mangansaurem Kali titrirt.

1) Jahresbericht der Chemie. 1858. S. 588 oder Dingl. pol. J. B. 148, S. 432.

Fünfter Versuch. Zur Bestimmung des Chlor werden 20 bis 40 Grm. Thon mit Salpetersäure behandelt und aus der erhaltenen Lösung das Chlor durch Silberlösung gefällt.

Sechster Versuch. Als Controlle für die Bestimmung der Titansäure werden 2 bis 3 Grm. Thon unmittelbar durch Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kali aufgeschlossen und aus der Lösung in oben angegebener Weise die Titansäure gefällt und bestimmt. Das Unlösliche nach der Schmelzung dient als Controlle der früheren Bestimmung des Minerals und der Kieselsäure.

Siebenter Versuch. Ein Quantum von 1,5 Grm. des geglühten Thons wird durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen und dann nach gewöhnlicher Weise die vollständige Analyse ausgeführt. Die Zusammenstellung dieser Resultate mit den in der ersten Analyse erhaltenen giebt uns die Zusammensetzung des Minerals.

'Achter Versuch. Da es bei den folgenden Analysen von besonderer Wichtigkeit war, den Gehalt des Thons an Kochsalz und Gyps zu bestimmen, so wurden in dieser Hinsicht ganz besondere Versuche ausgeführt, und zwar in folgender Weise. Eine abgewogene Quantität Thon wurde in einer Flasche mit Glasstöpsel mit Wasser übergossen und darauf ein starker Strom gereinigter Kohlensäure während einer halben Stunde hindurchgeleitet. Die Kohlensäure wurde desswegen angewendet, weil hierdurch ein schnelles Absetzen des aufgeschlämmten Thons herbeigeführt wird, und zwar vorzüglich dadurch, dass durch die Einwirkung derselben aus dem aufgeschlämmten Thon kleine Quantitäten Kalkerde, Magnesia Eisenoxydul und auch Alkalien in Lösung übergeführt werden. Hat sich nach einiger Zeit, wozu je nach dem Thon 24 oder 48 oder auch noch mehr Stunden erforderlich sind, der Thon vollständig abgeschieden, so zieht man die klare Lösung mit Hülfe eines Hebers ab, giebt wiederum Wasser auf den Thon und verfährt wie zuerst, und so weiter. In den meisten Fällen beobachtet man schon nach der dritten Behandlung, dass das Wasser weder auf Chlor noch auf Schwefelsäure irgend eine Reaction giebt. Die so erhaltenen Lösungen werden dann in einem Raume, der frei von Chlor ist, in einer Platinschale eingedampft. Hierbei scheiden sich nach und nach kleine Quantitäten von Eisenoxyd, kohlensaurer Kalkerde und Magnesia aus, während in der Lösung die Schwefelsäure und das Chlor an Alkalien gebunden angetroffen wird. Die zuletzt im Wasserbade zur Trockne abgedampfte Lösung wird mit wenigem Wasser wieder aufgenommen, durch ein kleines Filter in einen tarirten Platintiegel filtrirt und hierin wieder abgedampft. Der so erhaltene Rückstand bildet nach dem Glühen eine vollständig weisse Masse, die sich in Wasser löst. Aus dieser Lösung wird dann das Chlor durch Silberlösung und die Schwefelsäure durch Baryt bestimmt.

Um diesen Gang der Analyse noch deutlicher vorzuführen, müssen wir einen speciellen Fall aufführen, nämlich die Bestimmung des Gehaltes an Kochsalz und Gyps im Thon aus der Tiefe von 570 Fuss, eines Thons, den wir weiter unten ausführlicher kennen lernen werden.

23,569 Grm. Thon wurden in einer Glasflasche mit Glasstöpsel mit einem Litre Was-

ser übergossen, umgeschüttelt und dann Kohlensäure durchgeleitet. Die Kohlensäure wurde hierzu aus Marmor mit Salzsäure entwickelt, das Gas erst durch eine Lösung von kohlensaurem Natron und darauf noch durch eine U-förmige Röhre, die mit einer Lösung von schwefelsaurem Silberoxyd befeuchtete Bimsteinstücke enthielt, geleitet. Das Durchleiten der Kohlensäure dauerte 30 bis 40 Minuten, darauf wurde die Gasleitungsröhre herausgenommen, und das Glas zugestöpselt der Ruhe überlassen. Nach 24 Stunden hatte sich der Thon abgesetzt, die Lösung mit einem Heber abgezogen und so weiter. In dieser Weise wurde der Thon viermal behandelt, so dass im Ganzen vier Litres Flüssigkeit abgedampft werden mussten. Als diese Lösungen bis auf ein Volum von 20 CC. eingedampft waren, wurde filtrirt, und zwar in ein tarirtes Gläschen mit Glasstöpsel, so dass das Gewicht der Lösung 28,525 Grm. betrug (B).

Von dieser Lösung (B) wurden 12,700 Grm. zur Bestimmung des Chlor mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt und das Chlorsilber = 0,016 bestimmt, entsprechend 0,0039 Chlor. Folglich sind in B 0,0089 Chlor oder im Thon 0,037 % Chlor oder 0,062 % Chlornatrium enthalten.

Der Rest der Lösung (B) = 15,825 Grm. wurde in einem tarirten Platintiegel eingedampft und gab dann nach schwachem Glühen eine weisse Salzmasse = 0,042 Grm., aus der sich nach dem Befeuchten mit Wasser und nach einem Zusatze von Salzsäure, Kohlensäure entwickelte. Alles wurde wieder abgedampft und 0,045 Rückstand erhalten, in welchem 0,004 Grm. Kieselsäure enthalten waren. Die Lösung enthielt nur Spuren von Kalkerde, die abgeschieden wurden. Die filtrirte Lösung wurde abgedampft, geglüht und nach dem Auflösen in Wasser ein Theil derselben auf Borsäure und Phosphorsäure geprüft, die aber in diesen Thonen nicht nachgewiesen werden konnten. Die rückständige Lösung wieder abgedampft, die Salzmasse gewogen und aus dieser dann nach einem Zusatz von Salpetersäure die Schwefelsäure, durch Chlorbaryum gefällt, bestimmt, und durch Berechnung auf das erste Gewicht (B) zurückgeführt. Für die Salzmasse 0,042 erhielt man 0,0256 schwefelsauren Baryt, entsprechend 0,0088 Schwefelsäure. Das giebt für (B) 0,0158, oder im Thon 0,067 % Schwefelsäure, die in Verbindung mit 0,047 Kalkerde als Gyps in Rechnung gebracht wurden. Nach dieser Analyse sind somit in diesem Thone enthalten:

Chlornatrium	0,062 %
Schwefelsaurer Kalk . .	0,114 »

Beim Abdampfen der vier Litres Flüssigkeit schied sich ein Niederschlag aus und dieser bestand aus:

Eisenoxyd	0,010	oder	14,9 %
Kohlensauren Kalk	0,034	»	50,7 »
Kohlensaure Magnesia . . .	0,023	»	34,4 »
	0,067		100,0 %

Bei den meisten Thonanalysen wird man höchst wahrscheinlich diesen achten Versuch nicht ausführen, da er sehr weitläufig und umständlich ist und ausserdem gleichsam als eine Controlle der Versuche 2 und 5 angesehen werden kann. Bei den vorliegenden Untersuchungen war aber die Bestimmung dieser beiden Gemengtheile, des Kochsalzes und des Gypses, von besonderer Wichtigkeit, und theils aus diesem Grunde wurde dieser Gang der Analyse eingeschlagen, theils aber auch, um zugleich die Einwirkungen der Kohlensäure auf Thone kennen zu lernen.

Unter Einhaltung dieser analytischen Methode wurden alle folgenden Thonanalysen ausgeführt, zu deren näheren Betrachtung wir jetzt übergehen müssen.

Zuerst der Thon von Wolkowa und der aus dem Bohrloche von 77 Fuss Tiefe. Der erstere besitzt eine mehr röthliche Farbe, während der zweite von grauer Farbe ist. Dieser Unterschied ist durch die Einwirkung der atmosphärischen Einflüsse bedingt, indem sich ein Theil des Eisenoxyduls in Eisenoxyd oxydirt hat, was am deutlichsten die analytischen Resultate belegen. Beide Thone sind stark plastisch, nach dem Austrocknen an der Luft zeigen sie eine deutliche Schichtung und zerfallen leicht in diesen Richtungen hin. Versteinerungen konnten in diesen Proben, selbst nach einem Schlämmen nicht gefunden werden, wie auch zu erwarten war und mit den Beobachtungen Ch. v. Pander's übereinstimmt. Im lufttrockenen Zustande zeigten diese Thone folgende procentische Zusammensetzung:

	Wolkowa	Thon 77'
Mineral	49,67	54,97
Titansäure		0,60
Kieselsäure	18,91	18,66
Thonerde	9,41	7,86
Eisenoxyd	6,17	2,25
Eisenoxydul	1,37	3,03
Manganoxydul	Spuren	Spuren
Kalkerde	0,82	0,42
Magnesia	2,19	2,78
Kali	3,64	3,05
Natron	1,57	1,31
Wasser	2,84	3,71
Hygrosc. Wasser	2,84	0,95
Schwefelkies	—	0,44
	99,43	100,03

In beiden Proben konnten noch Spuren von Kochsalz nachgewiesen werden, von Gyps aber nur im Thon 77'.

Somit bestehen diese Thone in 100 Theilen aus:

Mineral / Titansäure	49,67	55,57
Thonmasse.	46,92	43,07
Hygrosc. Wasser . .	2,84	0,95
Schwefelkies.	—	0,44
	99,43	100,03

Betrachten wir in diesen beiden Thonen jetzt die eigentliche Thonmasse, so zeigt diese folgende procentische Zusammensetzung:

	Wolkowa.	Sauerstoff.		Thon 77'.	Sauerstoff.	
Kieselsäure . .	40,31	21,30		43,33	22,90	
Thonerde . . .	20,05	9,38	13,33	18,26	8,53	10,10
Eisenoxyd . . .	13,15	3,95		5,23	1,57	
Eisenoxydul . .	2,92	0,65	10,68	7,03	1,56	13,97
Manganoxydul.	Spuren			Spuren		
Kalkerde . . .	1,75	0,59		0,98	0,27	
Magnesia . . .	4,67	1,87		6,45	2,58	
Kali	7,75	1,32		7,08	1,20	
Natron	3,35	0,87		3,03	0,71	
Wasser	6,05	5,38		8,61	7,65	
	100,00			100,00		

Somit kommen wir zu folgenden Sauerstoff-Verhältnissen:

$$\dddot{Si} : \ddot{R} : \dot{R}$$
$$21{,}30 : 13{,}33 : 10{,}68 = 1{,}99 : 1{,}24 : 1 = 2 : 1 : 1$$
$$22{,}90 : 10{,}10 : 13{,}97 = 1{,}64 : 0{,}72 : 1 = 2 : 1 : 1,$$

hieraus ergiebt sich das Atom-Verhältniss von $\dddot{Si} : \ddot{R} : \dot{R} = 2 : 1 : 3$, welches durch folgende allgemeine Formel dargestellt wird:



$$\dot{R}^3\dddot{Si} + \ddot{R}\dddot{Si} \ldots\ldots\ldots\ldots \text{I a.}$$

Wir müssen aber noch diese Thone im wasserfreien Zustande mit einander vergleichen und finden dann, dass in 100 Theilen enthalten sind:

	Wolkowa.	Sauerstoff.		Thon 77'.	Sauerstoff.	
Kieselsäure . .	42,89	22,62		47,43	25,00	
Thonerde . . .	21,35	9,98	14,18	19,98	9,33	11,04
Eisenoxyd . . .	14,00	4,20		5,72	1,71	

	Wolkowa.	Sauerstoff.		Thon 77'.	Sauerstoff.	
Eisenoxydul . .	3,11	0,69	5,53	7,69	1,71	6,98
Manganoxydul .	Spuren					
Kalkerde. . . .	1,86	0,53		1,07	0,29	
Magnesia . . .	4,97	1,99		7,05	2,82	
Kali	8,26	1,40		7,75	1,31	
Natron.	3,56	0,92		3,31	0,85	
	100,00			100,00		

Somit das Sauerstoff-Verhältniss von $\dddot{Si} : \ddot{R} : \dot{R}$:

$$22{,}62 : 14{,}18 : 5{,}53 = 4{,}08 : 2{,}56 : 1 = 4 : 2 : 1$$
$$25{,}00 : 11{,}04 : 6{,}98 = 3{,}58 : 1{,}58 : 1 = 4 : 2 : 1,$$

oder das Atom-Verhältniss:

$$\dddot{Si} : \ddot{R} : \dot{R} = 4 : 2 : 3,$$

somit die Formel:



$$\dot{R}^3\dddot{Si} + \ddot{R}^2\dddot{Si}^3 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 1\,b.$$

Die Unterschiede, die sich in diesen Zusammenstellungen zeigen, bestehen hauptsächlich im Verhältnisse des Eisenoxyds zum Eisenoxydul; doch diese erklären sich leicht. Im Thon von Wolkowa, der den unmittelbaren Einflüssen der atmosphärischen Wasser ausgesetzt ist, finden wir einen Theil des Eisenoxyduls durch den im Wasser enthaltenen Sauerstoff höher oxydirt, nämlich zu Eisenoxyd, was sich auch durch die mehr röthliche Färbung des Thons zu erkennen giebt. Ausserdem sehen wir, dass in diesem Thone durch die Analyse die Gegenwart von Schwefelkies nicht nachgewiesen werden konnte, obgleich 4 Grm. zum Versuch genommen worden waren, während im anderen Thon 0,44 % Schwefelkies sich ergaben. Höchst wahrscheinlich ist der Schwefelkies nach und nach aus diesen obersten Thonschichten ausgewaschen worden, wobei der Schwefel als Schwefelsäure und zwar in Verbindung mit Kalkerde als Gyps weggeführt worden ist, während das mit dem Schwefel verbunden gewesene Eisen als Eisenoxyd zurückblieb und hierdurch dem Thone die Färbung ertheilte.

Gehen wir jetzt zum folgenden Thonlager über, das nach dem Bohrregister eine Mächtigkeit von 300 Fuss darlegte, so haben wir aus demselben vier Analysen, die mit Proben aus verschiedenen Tiefen ausgeführt wurden. Dieses Thonlager zeigt in seiner ganzen Mächtigkeit eine grosse Gleichförmigkeit, führt, ausgenommen einiger Pflanzenreste (Fucoiden), durchaus keine Versteinerungen, und unterscheidet sich hierdurch von dem bisher bekannten untersilurischen Thon unserer baltischen Ablagerungen, indem diese nach den bekannten Untersuchungen von Ch. v. Pander durch das Vorkommen der sogenannten Platysoleniten ausgezeichnet sind. Den äusseren Charakteren nach zeigt aber dieser Thon

eine grosse Uebereinstimmung mit dem untersilurischen Thon, den wir in der Umgegend von Pulkowa an der Pulkowka und bei Pawlowsk an der Popowka antreffen, deren Zusammensetzung wir weiter unten auch kennen lernen werden.

Da nach geognostischen Ansichten diese Thone als identisch mit denjenigen anzusehen sind, die sich an der ehstländischen Küste eben über die Meeresoberfläche erheben, so war es von besonderem Interesse, eine Vergleich-Analyse jener Thone zu erhalten. Eine Analyse dieser Thone, ausgeführt vom Prof. Dr. C. Schmidt in Dorpat, lag vor, doch da in derselben ein anderer Gang eingehalten war, so war eine Wiederholung derselben durchaus nöthig. Um diesen Wunsch in Ausführung bringen zu können, erhielt ich durch die Güte des Prof. Dr. C. Schmidt eine kleine Probe dieses Thons zugeschickt und zwar mit folgender Aufgabe:

«Probe des blauen untersilurischen Fucoidenthones, der an der Nordküste Ehstlands vom 100 bis 160 Fuss mächtigen Kalk und Dolemit-Schichten überlagert, die Basis dieser schroffen Ufergehänge (Glint) bildet. Von Orro, einige Werst westlich von der Station Chudleigh.»

Die Analyse führe ich hier gleich auf, muss aber doch hervorheben, dass derselben kein zu grosses Gewicht beigelegt werden muss, da das Material zu gering war, um als eine richtige Durchschnittsanalyse angesehen werden zu können. Der Vergleich stellt aber eine auffallende Uebereinstimmung in der Zusammensetzung dieses Thons mit dem aus dem Bohrloche heraus, und deswegen wäre es von wissenschaftlichem Interesse bald eine neue Analyse mit einem anderen Material aus jener Gegend zu erhalten.

Im Thon von 88 Fuss Tiefe konnten unter Anwendung von 5 Grm. nur Spuren von Schwefelkies nachgewiesen werden; als aber eine grössere Quantität Thon einem Schlämmprocess unterworfen wurde, so erhielt man 4,76 % eines Rückstandes, der eine bläuliche Färbung zeigte und in dem man Quarzkörner, Glimmerblättchen und rothe Körner, die an Feldspath erinnerten, erkennen konnte. Aus diesem Rückstande erhielt man nach dem Schmelzen mit Salpeter und kohlensaurem Natron, nach Ausscheidung der Kieselsäure, mit einer Chlorbarinmlösung, einen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt. Aus der Quantität dieses Niederschlages ergiebt sich für den Thon 0,06 % Schwefelkies. Da dieses Resultat auf eine Genauigkeit nicht Anspruch machen kann, so sind in der Zusammenstellung der analytischen Resultate dieses Thons nur Spuren von Schwefelkies aufgeführt worden. Ein ähnlicher Versuch mit dem Thon von Orro konnte nicht vorgenommen werden, da das vorhandene Material zu unbedeutend war.

Bevor wir die analytischen Resultate zusammenstellen, müssen wir noch hervorheben, dass sich der Thon aus 370 Fuss Tiefe durch einen Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul auszeichnet. Das Auftreten dieses Gemengtheiles ist im höchsten Grade auffallend, eine Erklärung dafür aber zu geben durchaus unmöglich. Wir wissen nur noch, dass der Gehalt an Sphärosiderit mit der Tiefe zunahm, so dass, als man dieses Thonlager bei 388 Fuss Tiefe durchbohrt hatte und darauf in der wasserführenden Schicht weiter ging, auf einen thonigen

Sphärosiderit kam, der nach einer Untersuchung[1]) des Hrn. Prof. Pusyrewsky gegen 84 % kohlensaures Eisenoxydul enthielt. Einmengungen von kohlensaurem Eisenoxydul in Thonen lassen sich bei der Analyse sehr leicht, sowohl qualitativ als auch quantitativ bestimmen. Behandelt man nämlich einen derartigen Thon mit verdünnter Salpetersäure bei gewöhnlicher Temperatur, so tritt augenblicklich eine Entwickelung von Kohlensäure und dann von salpetriger Säure ein, die sich durch die braunen Dämpfe ankündigt. Diese Bildung von salpetriger Säure wird durch die Oxydation des Eisenoxyduls aus dem kohlensauren Eisenoxydul zu Oxyd hervorgerufen. Bei einem Thon, der frei von kohlensaurem Eisenoxydul ist, findet eine derartige Erscheinung nicht statt, indem verdünnte Salpetersäure bei gewöhnlicher Temperatur gar keine Einwirkung zeigt. Auf dieses Verhalten gründete sich auch die quantitative Bestimmung des kohlensauren Eisenoxyduls in diesem Thon.

Die folgende Zusammenstellung giebt uns das chemische Bild dieser Thone, bei welcher nur noch zu bemerken ist, dass die überstehenden Zahlen die Tiefen, aus welchen die Thone entnommen worden sind, anzeigen.

In 100 Theilen dieser lufttrockenen Thone wurde gefunden:

	Orro	88'	129'	304'	370'
Mineral	36,69	36,31	40,02	48,75	51,06
Titansäure	0,72			1,20	0,67
Kieselsäure	28,23	28,71	26,55	22,94	14,97
Thonerde	14,40	16,50	15,50	13,61	9,27
Eisenoxyd	6,62	4,50	2,13	1,61	2,06
Eisenoxydul	0,79	1,94	2,61	1,62	1,18
Manganoxydul	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	0,30
Kalkerde		0,38		0,42	0,21
Magnesia	1,06	1,13	1,70	1,19	0,85
Kali	4,07	3,16	3,39	1,64	0,70
Natron	0,40	Spuren	Spuren	0,79	0,45
Wasser	3,93	5,14	3,57	3,45	2,22
Hygrosc. Wasser	3,23	2,25	1,66	1,41	0,73
Schwefelkies	—	Spuren	2,87	1,91	0,23
Schwefelsaurer Kalk	—	0,09	—	—	—
Chlornatrium	—	0,01	—	0,02	0,03
Kohlensaures Eisenoxydul	—	—	—	—	14,47
Summe	100,14	100,12	100,00	100,56	99,40

Es bestehen diese Thone ihren näheren Gemengtheilen nach aus:

1) Bulletin T. VII. p. 474.

	Orro	88′	128′	304′	370′
Mineral und Titansäure . .	37,41	36,31	40,02	49,95	51,73
Thonmasse	59,50	61,46	55,45	47,27	32,21
Kohlensaures Eisenoxydul .	—	—	—	—	14,47
Chlornatrium	—	0,01	—	0,02	0,03
Schwefelsaurer Kalk. . . .	—	0,90	—	—	—
Hygroscopisches Wasser. .	3,23	2,25	1,66	1,41	0,73
Schwefelkies.	—	—	2,87	1,91	0,23
Summe .	100,14	100,12	100,00	100,56	99,40

Die Zusammensetzung der eigentlichen Thonmasse ist folgende:

Kieselsäure . . .	47,44	46,72	47,88	48,54	46,49
Thonerde	24,20	26,83	27,96	28,80	28,78
Eisenoxyd . . .	11,13	7,32	3,84	3,41	6,39
Eisenoxydul . .	1,33	3,16	4,71	3,43	3,66
Manganoxydul .					0,93
Kalkerde	Spuren	0,62	Spuren	0,86	0,65
Magnesia	1,78	1,84	3,07	2,52	2,64
Kali	6,84	5,14	6,11	3,47	2,17
Natron	0,67	Spuren	Spuren	1,67	1,40
Wasser	6,61	8,37	6,43	7,30	6,89
	100	100	100	100	100

Hieraus ergeben sich folgende Sauerstoff-Verhältnisse:

	Orro		88′		128′		304′		370′	
Kieselsäure .	25,08		24,69		25,30		25,66		24,55	
Thonerde . .	11,33	14,67	12,57	14,77	13,08	14,23	13,48	14,50	13,47	15,38
Eisenoxyd .	3,34		2,20		1,15		1.02		1,91	
Eisenoxydul.	0,30		0,70		1,04		0,76		0,81	
Manganoxydul	—		—		—		—		0,21	
Kalkerde .	—		0,18		—		0,24		0,19	
Magnesia . .	0,71	8,21	0,74	9,90	1,22	9,01	1,01	9,52	1,05	9,11
Kali	1,16		0,87		1,03		0,59		0,37	
Natron . . .	0,17		—		—		0,43		0,36	
Wasser . . .	5,87		7,41		5,72		6,49		6,12	

Somit haben wir:

$$\dddot{Si} : \dddot{\bar{R}} : \dot{R}$$

$$25{,}08 : 14{,}67 : 8{,}21 = 3{,}06 : 1{,}79 : 1 = 3 : 2 : 1$$
$$24{,}69 : 14{,}77 : 9{,}90 = 2{,}50 : 1{,}49 : 1 = 3 : 2 : 1$$
$$25{,}30 : 14{,}23 : 9{,}01 = 2{,}80 : 1{,}57 : 1 = 3 : 2 : 1$$
$$25{,}66 : 14{,}50 : 9{,}52 = 2{,}70 : 1{,}52 : 1 = 3 : 2 : 1$$
$$24{,}55 : 15{,}38 : 9{,}11 = 2{,}70 : 1{,}69 : 1 = 3 : 2 : 1$$

Ein solches Sauerstoff-Verhältniss wäre das einfachste und führte zu dem Atom-Verhältnisse:

$$\dddot{Si} : \dddot{\bar{R}} : \dot{R} = 3 : 2 : 3$$

und folglich die allgemeine Formel:



$$\dot{R}^3\dddot{Si} + 2\dddot{\bar{R}}\dddot{Si}$$

Wir können aber auch aus jenen Werthen das Mittel nehmen und erhalten dann als Sauerstoff-Verhältniss:

$$\dddot{Si} : \dddot{\bar{R}} : \dot{R} = 2{,}75 : 1{,}61 : 1{,}00$$
$$= 5 : 3 : 2$$

und danach das Atom-Verhältniss:

$$\dddot{Si} : \dddot{\bar{R}} : \dot{R} = 5 : 3 : 6$$

und die allgemeine Formel:



$2\dot{R}^3\dddot{Si} + 3\dddot{\bar{R}}\dddot{Si}$ . . . . II a.

Diese Formel halten wir für die richtigere, wofür wir auch noch weiter unten einige Facta aufführen werden.

Jetzt müssen wir diese Thonmassen noch im wasserfreien Zustande zusammenstellen, und erhalten dann:

	Orro	89′	128′	304′	370′
Kieselsäure.	50,81	50,98	51,17	52,38	49,94
Thonerde	25,92	29,29	29,88	31,07	30,91
Eisenoxyd	11,91	7,99	4,11	3,68	6,86
Eisenoxydul	1,41	3,45	5,02	3,70	3,93
Manganoxydul	—	—	—	—	1,00
Kalkerde.	Spuren	0,67	Spuren	0,91	0,70
Magnesia	1,91	2,01	3,28	2,72	2,83
Kali	7,32	5,61	6,54	3,74	2,33
Natron.	0,72	Spuren	Spuren	1,80	1,50
	100	100	100	100	100

	Orro Sauerstoff		88'		128'		304'		370'	
Kieselsäure	26,85		26,95		26,43		27,68		26,41	
Thonerde	12,13	15,71	13,72	16,11	13,98	15,21	14,55	15,65	14,45	16,51
Eisenoxyd	3,58		2,39		1,23		1,10		2,06	
Eisenoxydul	0,32	2,50	0,77	2,73	1,12	3,58	0,82	3,28	0,87	3,22
Kalkerde	—		0,19		—		0,26		0,23	
Manganoxydul	—		—		—		—		0,20	
Magnesia	0,76		0,82		1,35		1.09		1,13	
Kali	1,24		0,95		1,11		0,64		0,40	
Natron	0,18		—		—		0,47		0,39	

Somit haben wir das Sauerstoff-Verhältniss von:

$$\dddot{Si} : \ddot{R} : \dot{R}$$

$$26,85 : 15,71 : 2,50 = 10,74 : 6,28 : 1 = 11 : 6 : 1$$
$$26,95 : 16,11 : 2,73 = 9,87 : 5,89 : 1 = 10 : 6 : 1$$
$$26,43 : 15,21 : 3,58 = 7,32 : 4,25 : 1 = 7 : 4 : 1$$
$$27,68 : 15,65 : 3,28 = 8,63 : 4,76 : 1 = 9 : 5 : 1$$
$$26,41 : 16,51 : 3,22 = 8,20 : 5,13 : 1 = 8 : 5 : 1$$

10 : 5,86 : 0,93
10 : 5,96 : 1,01
10 : 5,78 : 1,35
10 : 5,51 : 1,16
10 : 6,25 : 1,22

Mittel 10 : 5,87 : 1,13
10 : 6 : 1

Folglich das Atomverhältniss 10 : 6 : 3, dass man durch die Formel:



$$\dot{R}^2\dddot{Si} + 3\ddot{R}^2\dddot{Si}^3 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; \text{II b.}$$

darstellen kann.

Nach diesen Analysen müssen wir uns zu einem Thon aus der Tiefe des dritten Grundwassers und zwar zu demjenigen aus 570 Fuss Tiefe hinwenden. Den äusseren Eigenschaften nach unterscheidet er sich sehr wenig von den früheren, doch in der chemischen Zusammensetzung zeigen sich bestimmte Unterschiede.

In 100 Theilen des lufttrocknen Thons haben wir nämlich:

Mineral	28,86
Titansäure	0,81

Kieselsäure	32,31	
Thonerde	17,78	
Eisenoxyd	2,78	
Eisenoxydul	4,08	
Manganoxydul	Spur	68,34 Thonmasse.
Kalkerde	0,35	
Magnesia	1,24	
Kali, Natron	3,47	
Wasser	6,33	
Hygrosc. Wasser	2,26	
Schwefelkies	0,44	
Schwefelsaurer Kalk	0,12	
Chlornatrium	0,06	
	100,89	

Betrachten wir wie oben die eigentliche Thonmasse, so erhalten wir:

		Sauerstoff	
Kieselsäure	47,27	24,98	
Thonerde	26,03	12,16	13,38
Eisenoxyd	4,07	1,22	
Eisenoxydul	5,97	1,33	
Kalkerde	0,51	0,15	
Magnesia	1,81	0,72	11,28
Kali, Natron	5,08	0,86	
Wasser	9,26	8,22	
	100,00		

Somit haben wir das Sauerstoff-Verhältniss von:

$$\dddot{Si} : \dddot{R} : \dot{R} = 2,21 : 1,18 : 1$$

und demnach das Atom-Verhältniss:

$$\dddot{Si} : \dddot{R} : \dot{R} = 2 : 1 : 3$$

somit die allgemeine Formel:



$$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{R}\dddot{Si} \ldots\ldots\ldots\ldots \text{III a}$$

Die wasserfreie Thonmasse besteht in 100 Theilen aus:

		Sauerstoff	
Kieselsäure	52,07	27,53	
Thonerde	28,70	13,43	14,80
Eisenoxyd	4,49	1,37	
Eisenoxydul	6,59	1,47	3,38
Kalkerde.	0,56	0,16	
Magnesia.	2,00	0,80	
Kali und Natron . . .	5,59	0,95	
	100,00		

folglich das Sauerstoff-Verhältniss von:

$$\dddot{Si} : \ddot{R} : \dot{R} = 8{,}13 : 4{,}37 : 1,$$

demnach ein Atom-Verhältniss von:

$$\dddot{Si} : \ddot{R} : \dot{R} = 8 : 4 : 3,$$

oder die Formel:



$$\dot{R}^3\dddot{Si} + \ddot{R}^4\dddot{Si}^7 \ldots\ldots\ldots\ldots \text{III b.}$$

Um das Bild der vorliegenden Untersuchungen der Thone aus dem Bohrloche zu vervollständigen und um einen Vergleich anstellen zu können, müssen wir noch die Analyse eines solchen Thons mittheilen, der durch das Vorhandensein von Platysoleniten nach Ch. v. Pander als untersilurischer bestimmt ist. Als Material zu diesen Analysen wählen wir zwei verschiedene Proben aus der nächsten Nähe von Pulkowa, aus dem Gebiete des kleinen Flüsschens Pulkowka, welche Gegend einem jeden Geognosten und Palaeontologen gewiss bekannt ist. Wir müssen hier aber ihrem Auftreten und ihrem äusseren Habitus nach zwei Thone von einander unterscheiden, nämlich:

I. Thon aus der Pulkowka, nördlich vom Wege nach Zarskoje-Selo bei der Schleuse genommen, von gelblich grauer Farbe, gab nach dem Schlämmen 3,77 % Rückstand, in welchem Platysoleniten Pander's nachzuweisen waren.

II. Thon aus der Pulkowka, wenn man den Lauf derselben von der Schleuse aus zum oberen Wege nach Zarskoje-Selo hin verfolgt. Reiner blauer Thon von durchaus gleichmässiger Farbe; nach dem Schlämmen nur 0,18 % Rückstand, in welchem ausser Platysoleniten noch Spuren von Schwefelkies gefunden wurden.

Diese beiden Thone werden in der Umgegend von Pulkowa von den dortigen Bauern zu verschiedenen Töpferwaaren verarbeitet. Sie sind nicht feuerbeständig, sondern schmelzen bei höherer Temperatur zu einer grauen, glasigen Masse zusammen.

Diesen Thon finden wir auch auf den höchsten Punkten von Pulkowa, in der nächsten Umgebung der Kaiserlichen Nikolai-Sternwarte, doch ist er hier nicht auf primitiver Stätte, sondern erst durch Dislocation hingeführt, wobei er sich mit Sand und grösseren Geröllen

sehr stark gemischt hat. Durch Schlämmen eines solchen Thons erhält man auch Rückstände mit den charakteristischen Versteinerungen des untersilurischen Thons.

Betrachten wir die chemische Zusammensetzung, so enthalten 100 Theile des lufttrocknen Thons:

	I.	II.
Mineral	28,92	32,60
Titansäure		0,81
Kieselsäure	32,52	31,37
Thonerde	14,41	13,11
Eisenoxyd	7,04	3,82
Eisenoxydul	1,79	3,53
Kalkerde	Spuren	Spuren
Magnesia	3,82	3,31
Kali	4,46	2,94
Natron	0,04	0,60
Wasser	4,84	4,48
Hygrosc. Wasser	2,62	0,42
Schwefelkies	Spuren	0,51
	100,46	97,50

Hiernach bestehen diese Thone den näheren Bestandttheilen nach aus:

Mineral und Titansäure	28,92	33,41
Thonmasse	68,92	63,16
Hygroscopisches Wasser	2,62	0,42
Schwefelkies	—	0,51
	100,46	97,50.

Aus diesen Analysen ergiebt sich ein für die eigentliche Thonmasse nach dem Trocknen bei 100° folgende Zusammensetzung:

	I.	Sauerstoff		II.	Sauerstoff	
Kieselsäure	47,22	24,96		49,67	26,25	
Thonerde	20,92	9,80	12,86	20,76	9,71	11,52
Eisenoxyd	10,22	3,06		6,05	1,81	
Eisenoxydul	2,60	0,58	10,11	5,59	1,24	10,69
Magnesia	5,55	2,22		5,24	2,10	
Kali	6,47	1,10		4,66	0,79	
Natron	0,06	0,02		0,95	0,25	
Wasser	6,96	6,19		7,08	6,31	
	100			100		

Hieraus ergeben sich folgende Sauerstoff-Verhältnisse:

$$\dddot{Si} : \ddot{\ddot{R}} : \dot{R}$$

$$\text{I} \quad 24,96 : 12,86 : 10,11 = 2,47 : 1,27 : 1 = 2 : 1 : 1$$

$$\text{II} \quad 26,25 : 11,52 : 10,69 = 2,45 : 1,08 : 1 = 2 : 1 : 1.$$

Anmerkung. In einem innigen Zusammenhange mit diesen Thonen steht der Brandschiefer aus denselben Gegenden, wie wir dieses aus den analytischen Resultaten am besten ersehen.

In 100 Theilen des lufttrockenen Brandschiefers sind enthalten:

Mineral	49,87
Kieselsäure	12,51
Thonerde	6,13
Eisenoxyd	2,33
Kalkerde	1,08
Magnesia	1,11
Kali	1,11
Natron	0,78
Wasser und org. Substanz	9,89
Schwefelkies	6,49
Hygrosc. Wasser	9,83
	101,13

Der Ueberschuss in dieser Analyse erklärt sich dadurch, dass das chemisch gebundene Wasser und die kohlenstoffhaltige Substanz im Thon durch ein fortgesetztes Glühen unter Zutritt der atmosphärischen Luft bestimmt wurde. Dieses musste natürlich zu hoch ausfallen, da bei diesem Glühen sich ein Theil des Schwefels aus dem Schwefelkies oxydirte und unter Verbreitung eines Geruchs nach schwefliger Säure verflüchtete.

Das Mineral wurde auf Titansäure durch Schmelzung mit saurem schwefelsaurem Kali geprüft, es konnten aber selbst Spuren nicht nachgewiesen werden.

Nach dieser Analyse müssen wir uns folgendes mineralogisches Bild dieses Brandschiefers zusammenstellen, nämlich in 100 Theilen desselben sind enthalten:

Mineral	49,87
Wasserfreie Thonmasse	25,05
Schwefelkies	6,49
Wasser und org. Substanz	19,72
	101,13

Betrachten wir die Thonmasse im wasserfreien Zustande näher, so haben wir:

			Sauerstoff.	
Kieselsäure	12,51	oder 49,94	26,39	
Thonerde	6,13	24,46	11,46	14,25
Eisenoxyd	2,33	9,30	2,79	
Kalkerde	1,08	4,33	1,24	4,56
Magnesia	1,11	4,43	1,77	
Kali	1,11	4,43	0,75	
Natron	0,78	3,11	0,80	
	25,05	100,00		

Somit das Sauerstoff-Verhältniss:

$$\dddot{Si} : \ddot{\ddot{R}} : \dot{R} = 26,39 : 14,25 : 4,56 = 5,78 : 3,12 : 1$$
$$= 6 : 3 : 1$$

woraus sich ein Atom-Verhältniss von:

$$\dddot{Si} : \ddot{\ddot{R}} : \dot{R} = 2 : 1 : 1,$$

das durchaus übereinstimmend mit dem des Thons von Pulkowa ist.

Dieses führt zum Atom-Verhältniss:

$$\dddot{Si} : \ddot{R} : \dot{R} = 2 : 1 : 3$$

was durch die Formel:



$$\dot{R}^3\dddot{Si} + \ddot{R}\dddot{Si} \text{ . . . . IV a.}$$

ausgedrückt werden kann.

Wie bei den anderen Thonen, so müssen wir auch die Zusammensetzung dieser Thone im wasserfreien Zustande betrachten. In 100 Theilen sind enthalten:

	I.	Sauerstoff		II.	Sauerstoff	
Kieselsäure	50,76	26,83		53,46	28,25	
Thonerde	22,49	10,53	13,83	22,35	10,46	12,42
Eisenoxyd.	10,98	3,30		6,50	1,96	
Eisenoxydul. . . .	2,79	0,62	4,21	6,02	1,34	4,70
Magnesia	5,96	2,39		5,64	2,25	
Kali	6,96	1,18		5,01	0,85	
Natron	0,06	0,02		1,02	0,26	
	100			100		

Hiernach das Sauerstoff-Verhältniss:

$$\begin{array}{lccccccccccc} & \dddot{Si} & : & \ddot{R} & : & \dot{R} \\ \text{I.} & 26{,}83 & : & 13{,}83 & : & 4{,}21 & = 6{,}37 : 3{,}28 : 1 & = 6 : 3 : 1 \\ \text{II.} & 28{,}25 & : & 12{,}42 & : & 4{,}70 & = 5{,}89 : 2{,}64 : 1 & = 6 : 3 : 1 \end{array}$$

somit das Atom-Verhältniss:

$$\dddot{Si} : \ddot{R} : \dot{R} = 2 : 1 : 1$$
$$= 6 : 3 : 3$$

oder die Formel:



$$\dot{R}^3\dddot{Si} + \ddot{R}^3\dddot{Si}^5 \text{ . . . . IV b.}$$

Führen wir uns jetzt noch einmal die chemischen Formeln der verschiedenen untersuchten Thone vor, um dieselben leichter mit einander vergleichen zu können, so haben wir:

Bezeichnung	Formel a. des wasserhaltigen,	Formel b. des wasserfreien Thons.	
Wolkowa Bohrloch 77′	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{R}\dddot{Si}$	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{R}^2\dddot{Si}^3$	I
Orro Bohrloch 88′, » 128′, » 304′, » 370′	$2\dot{R}^3\dddot{Si} + 3\dddot{R}\dddot{Si}$	$\dot{R}^3\dddot{Si} + 3\dddot{R}^2\dddot{Si}^3$	II
» 570′	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{R}\dddot{Si}$	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{R}^4\dddot{Si}^7$	III
Pulkowa	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{R}\dddot{Si}$	$\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{R}^8\dddot{Si}^5$	IV

Ein flüchtiger Blick auf diese Formeln des wasserhaltigen, bei 100° getrockneten Thons lässt uns eine auffallende Aehnlichkeit mit denjenigen der Glimmerarten erkennen, die wir nach den Untersuchungen von Th. Scheerer [1]) durch das allgemeine Formelschema ausdrücken können:

$$((\dot{R})^3, \dddot{R})\dddot{Si}$$

und durch das bestimmte Formelschema:

$$(m(\dot{R})^3, n\dddot{R}), \dddot{Si},$$

in welchem m und n näher bestimmt werden müssen. Führen wir nach den oben zusammengestellten Analysen die nähere Bestimmung dieser Factore aus, so haben wir:

$$\text{I a.}\quad \dddot{Si} : \dddot{R} + \dot{R} = \left.\begin{array}{l} 21,30 : 24,01 = 1 : 1,12 \\ 24,07 : 23,29 = 1 : 1,05 \end{array}\right\} 1 : 1$$

$$\dddot{R} : \dot{R} = \left.\begin{array}{l} 13,33 : 10,68 = 1 : 0,80 \\ 10,10 : 13,97 = 1 : 1,38 \end{array}\right\} = 1 : 1$$

folglich $m = 1$
$n = 1$

$$\text{II a.}\quad \dddot{Si} : \dddot{R} + \dot{R} = \left.\begin{array}{l} 25,08 : 22,88 = 1 : 0,91 \\ 24,69 : 24,67 = 1 : 0,99 \\ 25,30 : 23,24 = 1 : 0,91 \\ 25,66 : 24,02 = 1 : 0,93 \\ 24,55 : 24,49 = 1 : 0,99 \end{array}\right\} = 1 : 1$$

1) Th. Scheerer. Die Gneuse des sächsischen Erzgebirges etc. Berlin 1840. S. 42.

$$\left.\begin{aligned}\dddot{R} : \dot{R} &= 14{,}67 : \ \ 8{,}21 = 3 : 1{,}68\\ &= 14{,}77 : \ \ 9{,}90 = 3 : 2{,}01\\ &= 14{,}23 : \ \ 9{,}01 = 3 : 1{,}90\\ &= 14{,}50 : \ \ 9{,}52 = 3 : 1{,}97\\ &= 15{,}38 : \ \ 9{,}11 = 3 : 1{,}78\end{aligned}\right\} = 3 : 2$$

folglich m = 3
n = 2

$$\text{III a.}\quad \dddot{Si} : \dddot{R} + \dot{R} = 24{,}98 : 24{,}66 = 1 : 0{,}99 \quad = 1 : 1$$

$$\dddot{R} : \dot{R} = 13{,}38 : 11{,}28 = 1 : 0{,}84 \quad = 1 : 1$$

folglich m = 1
n = 1

$$\text{IV a.}\quad \left.\begin{aligned}\dddot{Si} : \dddot{R} + \dot{R} &= 24{,}96 : 22{,}97 = 1 : 0{,}92\\ &= 26{,}25 : 22{,}21 = 1 ; 0{,}84\end{aligned}\right\} = 1 : 1$$

$$\left.\begin{aligned}\dddot{R} : R &= 12{,}86 : 10{,}11 = 1 : 0{,}78\\ &= 11{,}52 : 10{,}69 = 1 : 0{,}92\end{aligned}\right\} = 1 : 1$$

folglich m = 1
n = 1.

Eine genauere Uebereinstimmung dieser Werthe kann man kaum verlangen, zumal wir es hier mit der Untersuchung von amorphen Verbindungen zu thun hatten. Wir müssen hieraus den Schluss ziehen, dass wir die Thone der baltisch-silurischen Formation durch Formeln ausdrücken können, die denen des Glimmers entsprechen, dessen Formeln uns durch Th. Scheerer[1]) festgestellt worden sind, und für welche wir eine Bestätigung in der Arbeit über den Rapakivi wiederfinden. Ein Vergleich der Formeln zeigt uns, dass I a, III a und IV a die Formeln eines schwarzen Glimmers[1]) aus dem grauen Gneus darlegen, während II a der Formel nach sowohl mit einem schwarzen Glimmer aus dem grauen Gneus, als auch mit dem Glimmer aus dem Rapakivi[2]) übereinstimmt.

Auf diese Betrachtungen gestützt, können wir den allgemeinen Satz aufstellen, dass, wenn man eine Untersuchung der Thone nach den oben aufgeführten Gesichtspunkten ausführt, die Zusammensetzung eines jeden Thons sich durch eine einfache chemische Formel ausdrücken lässt, und dass Thone, die einer Bildungsperiode angehören, immer die gleiche Zusammensetzung der eigentlichen Thonmasse besitzen. Die Unterschiede in den Thonen einer Bildungsperiode werden durch die Einmischung verschiedener Quantitäten Mineral bedingt. Diese Verhältnisse werden wir weiter unten betrachten.

1) Th. Scheerer. l. c. S. 46.
2) H. Struve. Die Alexandersäule S. 29.

Die oben aufgestellten chemischen Formeln für die wasserfreien Thonmassen zeigen zuerst nicht so einfache Verhältnisse, doch diese treten hervor, wenn man die Formeln etwas anders hinstellt, nämlich:



I b. $\dot{R}^3\dddot{Si} + \ddot{\bar{R}}^2\dddot{Si}^3 = (\dot{R}^3\dddot{Si} + \ddot{\bar{R}}\dddot{Si}) + \ddot{\bar{R}}\dddot{Si}^2$



II b. $\dot{R}^3\dddot{Si} + 3\ddot{\bar{R}}^2\dddot{Si}^3 =$ « « $+ \ddot{\bar{R}}^5\dddot{Si}^8$



III b. $\dot{R}^3\dddot{Si} + \ddot{\bar{R}}^4\dddot{Si}^7 =$ « « $+ 3\ddot{\bar{R}}\dddot{Si}^2$



IV b. $\dot{R}^3\dddot{Si} + \ddot{\bar{R}}^3\dddot{Si}^5 =$ « « $+ 2\ddot{\bar{R}}\dddot{Si}^2$

Das erste Glied $(\dot{R}^3\dddot{Si} + \ddot{\bar{R}}\dddot{Si})$ entspricht der Formel eines Granaten und die Unterschiede werden nur durch das Hinzutreten verschiedener Quantitäten einer anderen Verbindung bedingt, hiermit stimmen I b, III b und IV b überein; doch für II b findet eine Ausnahme statt, ebenso wie dieser Thon auch im wasserhaltigen Zustande durch eine besondere Formel dargestellt werden musste.

Durch die Uebereinstimmung der Formeln I a, III a, IV a sind wir berechtigt anzunehmen, dass bei der Bildung dieser Thone durch die Zersetzung eines krystallinischen Massengesteins sehr ähnliche Bedingungen gewaltet haben müssen, denn sonst könnten nicht so gleiche Verwitterungs- oder Zersetzungsproducte hervorgegangen sein. Bei der Bildung des 300 Fuss mächtigen Thonlagers dagegen müssen andere Umstände obgewaltet haben, indem hier die Einwirkung der das Massengestein zersetzenden Kräfte viel tiefer fortgeschritten ist, wie sich dieses am deutlichsten durch eine Vergleichung der Formeln darstellt, nämlich:

Wasserhaltiger Thon I a, III a, IV a. Wasserhaltiger Thon II a.



3 Atome $(\dot{R}^3\dddot{Si} + \ddot{\bar{R}}\dddot{Si}) - \dot{R}^3\dddot{Si} = 2\dot{R}^3\dddot{Si} + 3\ddot{\bar{R}}\dddot{Si}$

Diese Gesetzmässigkeit in der Zusammensetzung der silurischen Thone führt zur Betrachtung über die Bildung derselben aus einem Massengestein und hierfür finden wir sowohl in den so eben mitgetheilten Resultaten, als auch in der Abhandlung über die Zusammensetzung des Rapakivi, die nöthigen Anhaltspunkte, auf welche wir näher eingehen müssen.

Da die Thone I a, III a, IV a durch dieselben chemischen Formeln dargestellt werden, indem nur das relative Verhältniss ihrer Bestandtheile ein verschiedenes ist, so können wir aus den oben mitgetheilten analytischen Resultaten einen allgemeinen Mittelwerth für die Zusammensetzung dieser Thonmassen ableiten. Dasselbe können wir auch für die Thonmasse II a ausführen.

Wir erhalten dann in 100 Theilen der wasserfreien Thonmasse:

	Thon I, III, IV.	II.
Kieselsäure	49,30	51,05
Thonerde . . . . : .	22,95	29,41

Eisenoxyd	1,88	6,91
Eisenoxydul	2,84	3,51
Manganoxydul	—	0,20
Kalkerde	0,70	0,45
Magnesia	5,08	2,55
Kali	6,81	5,11
Natron	1,57	0,80
	100	100

Diese Werthe vergegenwärtigen uns das allgemeine Bild der Zusammensetzung unserer silurischen Thone, die wir oben näher betrachtet haben. Diese Thone sind aber aus der Zerstörung eines Massengesteins hervorgegangen, und zwar unter dem Einflusse von Wasser, Kohlensäure und anderen terrestrischen Agentien, unter welchen höchst wahrscheinlich auch eine höhere Temperatur eine wichtige Rolle gespielt haben wird. Da wir in allen silurischen Thonen einen constanten Gehalt an Titansäure antreffen, so leitet uns dieses, nach diesem Körper auch das Massengestein zu suchen, und dieses finden wir im Finnischen Granit, Rapakivi, in welchem der Gehalt an Titansäure zu 0,36 % gefunden worden ist, doch damit dürfen wir den Antheil anderer Massengesteine nicht ausschliessen.

Um aber die Betrachtungen weiter zu führen, wollen wir bei der Annahme stehen bleiben, dass diese Thone nur durch eine Zersetzung des Rapakivi entstanden sein mögen. Gestützt auf analytische Resultate und durch fernere Betrachtungen ist gezeigt worden, dass der Rapakivi angesehen werden kann als bestehend aus:

Glimmer	6,71
Orthoklas	61,46
Quarz	31,83
	100

und den Resultaten der Bausch-Analyse nach aus:

Kieselsäure	75,06
Titansäure	0,36
Thonerde	11,70
Eisenoxyd	1,04
Eisenoxydul	1,57
Manganoxydul	Spuren
Kalkerde	1,01
Magnesia	0,19
Kali	6,25
Natron	2,56
Wasser	0,63
	100,37

Da wir aber ferner gesehen haben und wissen, dass an der Verwitterung des Granits überhaupt, und hier speciell zur Thonbildung, der Quarz des Granits gar keinen Antheil nimmt, sondern als indifferenter Körper in mehr oder weniger zerkleinertem Zustande als mechanische Beimengung, zugleich mit kleinen Antheilen von Feldspath, die nicht vollständig zersetzt worden sind, mitgeschleppt wird, so haben wir bei den ferneren Betrachtungen den Quarz nicht weiter zu berücksichtigen. Somit nehmen an der eigentlichen Thonmassenbildung aus dem Granit nur 6,71 % Glimmer und 61,46 % Orthoklas Antheil. Nach der Analyse bestehen diese im wasserfreien Zustande aus:

Kieselsäure	63,66
Titansäure	0,53
Thonerde	17,23
Eisenoxyd	1,53
Eisenoxydul	2,31
Manganoxydul	Spuren
Kalkerde	1,49
Magnesia	0,28
Kali	9,20
Natron	3,77
	100

Nehmen wir an, dass bei der Umwandlung dieser Gemengtheile des Granits die Thonerde ihrem ganzen Gehalte nach in der Thonmasse wiedergefunden wird, so können wir hierauf weitere Berechnungen basiren. In der wasserfreien Thonmasse fanden wir 22,95 und 29,41 % Thonerde, und damit solche Quantitäten im Thone abgelagert werden konnten, müssen folgende Quantitäten von den einzelnen Bestandtheilen theilnehmen, nämlich:

Kieselsäure	92,93	108,60
Titansäure	0,70	0,90
Thonerde	22,95	29,41
Eisenoxyd	2,04	2,61
Eisenoxydul	3,08	3,95
Kalkerde	2,35	2,54
Magnesia	1,57	0,48
Kali	12,25	15,70
Natron	5,01	5,63
	142,88	169,82

Hieraus ergiebt sich dann, dass zur Bildung von 100 Theilen wasserfreier Thonmasse

195,6 und 250,6 Theile Granit

erforderlich gewesen sind.

Die Unterschiede zwischen diesen Werthen und denjenigen, die die Zusammensetzung der Thonmasse darlegen, veranschaulichen uns den Gang der Verwitterung, den die Gemengtheile des Granits durchlaufen mussten, um in die Thonmasse übergeführt zu werden. Führen wir diese Unterschiede auf, so finden wir in der Glimmer-Orthoklasmasse einen Ueberschuss von:

			Sauerstoff				Sauerstoff	
Kieselsäure . .	43,63 oder	79,97 %	42,24		57,55 oder	76,22 %	40,29	
Eisenoxyd . . .	0,16	0,29	0,08		—	—	—	
Eisenoxydul . .	0,24	0,44	0,09	4,28	0,44	0,58	0,13	3,93
Kalkerde. . . .	1,65	3,03	0,86		2,09	2,77	0,79	
Kali	5,44	9,97	1,69		10,59	14,03	1,38	
Natron.	3,44	6,30	1,64		4,83	6,40	1,63	
	54,56	100			75,50	100		

Hieraus ergiebt sich das Sauerstoff-Verhältniss von:

$$\dddot{Si} : \dot{R} = 42,24 : 4,28 = 9,87 : 1$$
$$= 40,29 : 3,93 = 10,21 : 1$$

und somit annäherungsweise das einfache Atom-Verhältniss von:

$$\dddot{Si} : \dot{R} = 3 : 1$$

Aus diesen Resultaten müssen wir den Schluss folgern, dass bei der Umbildung der genannten Gemengtheile des Granits zur Thonmasse durch den Einfluss zerstörender Agentien dreifach-kieselsaure Verbindungen des Kali, Natron und der Kalkerde nicht nur ausgezogen, sondern auch weggeführt werden mussten. Hierbei haben wir auf die kleinen Quantitäten von Eisenoxydul keine weitere Rücksicht genommen. Waren diese Bestandtheile im Ueberfluss vorhanden, so finden wir dagegen in der Glimmer-Orthoklasmasse einen Mangel an Eisenoxyd und Magnesia, und zwar in folgenden Quantitäten:

Eisenoxyd	—	4,30
Magnesia	3,51	2,07

Diese Körper mussten, wenn nämlich die untersilurischen Thone aus einer Zerstörung des Rapakivi hervorgegangen sein sollten, nicht nur hinzugeführt und mechanisch der anderen Masse zugemischt sein, sondern es müssen solche Bedingungen vorgewaltet haben, dass diese Substanzen mit den Verwitterungsprodukten des Granits eine chemische Verbindung eingehen konnten. Von einer solchen Zuführung anderer Substanzen können wir uns wohl ein Bild machen, und haben diese Erscheinung in dem Thone 570′ kennen gelernt, wie wir uns aber zugleich den chemischen Process der Vereinigung solcher Gemenge zu einem chemischen Ganzen vorstellen sollen, das ist schwer.

Haben wir so die eigentliche Thonmasse näher betrachtet, so müssen wir jetzt zu den

Gemengtheilen der Thone, die wir oben (S. 24) unter der Bezeichnung der unveränderten Gesteinsmasse (Mineral) und der zufälligen Einmengungen aufgeführt haben. Zumal eine nähere Kenntniss des Minerals der aus verschiedener Tiefe untersuchten Thone ist von besonderem Interesse, da durch dieselbe unsere Ansichten über die Art der Zusammensetzung und der Bildung der Thone eine weitere Bestätigung erhalten müssen.

Um dieses zu erreichen, können zwei Wege der chemischen Analyse eingeschlagen werden, entweder der Vergleich der oben auseinandergesetzten Analysen mit einer Bauschanalyse ein und desselben Thons, oder durch eine directe Untersuchung des im Thon dem Gewichte nach bestimmten Minerals. Wir haben hier durchgehends den zweiten Weg gewählt und bei der Untersuchung des Minerals aus drei verschiedenen Thonen in 100 Theilen gefunden:

	Aus dem Thon 77′	304′	Pulkowa
Kieselsäure	88,10	93,60	88,69
Thonerde	5,95	6,40	9,20
Kalkerde	1,27	Spuren	Spuren
Magnesia	—	Spuren	Spuren
Kali	4,68 (als Verlust)	Spuren	2,11
Natron			Spuren
	100	100	100

Diese Resultate beweisen uns auf's Deutlichste, dass sich in den Thonen neben Quarz noch immer kleine Quantitäten eines anderen Gemengtheils des Massengesteins finden, aus dessen Zersetzung die eigentliche Thonmasse hervorgegangen ist.

Betrachten wir aber die beim Mineral 77′ gefundenen Werthe näher, so führen uns dieselben sehr nahe auf einen Orthoklas aus dem Rapakivi, nur der Gehalt an Kalkerde entspricht diesem nicht. Im Orthoklas[1]) haben wir nämlich auf 17,86 % Thonerde 14,09 % Alkalien, während wir nach obigen Werthen berechnet, 14,16 % Alkalien finden, somit durchaus übereinstimmend. Hieraus könnte man den Schluss folgern, dass die obersten Thonlager, die wir bis zur Tiefe von 77′ kennen lernten, aus der Zersetzung des Rapakivi hervorgegangen sind.

Die anderen Resultate gestatten keine solche Berechnungen, da in denselben neben der Thonerde nur Spuren von Alkalien, Magnesia und Kalkerde aufgeführt worden sind. Nichts desto weniger kann man aber doch folgern, dass auch diese Thone aus der Zersetzung feldspathartiger Massengesteine hervorgegangen sind, nur dass hier die Einwirkung der zerstörenden Kräfte tiefer eingreifen konnte. Einen grösseren Werth erhalten aber diese Resultate, wenn man sie mit einer mechanischen Untersuchung der Schlämmrückstände dieser Thone verbindet.

1) H. Struve. Die Alexandersäule S. 27.

Kehren wir nun zum Vorkommen des Minerals im Thon zurück.

Diesen Gemengtheil treffen wir in verschiedenen Quantitäten an, doch hierin scheint nicht ein blosser Zufall, sondern auch eine Gesetzmässigkeit vorzuwalten, die nicht so unmittelbar beim Anblick der oben aufgeführten Zahlen einem entgegentritt, durch folgende Betrachtung aber ins richtige Licht gestellt werden kann. Diesen Gegenstand behandelten wir schon in einer kurzen Notiz, doch hier müssen wir ihn noch einmal wieder aufnehmen, indem wir zuerst aus den oben aufgeführten Thonanalysen das Verhältniss der wasserfreien Thonmasse zum Mineral hervorheben und dann im Thon enthalten finden:

	Wolkowa		77′	
Mineral	49,67 oder	52,99	55,57 oder	58,88
Thonmasse	44,08	47,01	39,36	41,12
	93,75	100	94,93	100

	Orro		88′		128′		304′	
Mineral . .	37,41 od.	40,24	36,31 od.	39,20	40,02 od.	43,55	49,93 od.	53,27
Thonmasse	55,57	59,76	56,32	60,80	51,88	56,45	43,80	46,73
	92,98	100	92,63	100	91,90	100	93,73	100

	370′		570′	
Mineral . .	51,73 od.	63,31	29,67 od.	32,36
Thonmasse	29,99	36,69	62,01	67,64
	81,72	100	91,68	100

Diese Werthe zeigen, dass in den Thonen ein sehr verschiedenes Verhältniss zwischen der wasserfreien Thonmasse und dem Mineral stattfindet; eine Gesetzmässigkeit, die im innigsten Zusammenhange mit der Bilduug und Ablagerung dieser Thone steht, tritt aber sogleich hervor, wenn wir das Verhältniss dieser Körper zu einander aus ein und derselben Thonablagerung, nur aus verschiedenen Tiefen genommen, verfolgen, indem wir dann mit der Tiefenzunahme immer eine Zunahme im Gehalt an Mineral finden. Den Grund dieser Erscheinung müssen wir in dem Vorgange der Thonbildung selbst suchen, wie wir dieses am oben angeführten Orte schon näher auseinander gesetzt haben. Aus den damals vorliegenden Analysen wurden wir zu dem Schlusse hingeführt, dass jeder Tiefenzunahme von einem Fuss eine Mineralzunahme von 0,065 entspreche und gestützt auf andere Analysen glaubten wir uns noch zu der Annahme berechtigt, dass, wenn der Gehalt an Mineral bis zu 58,38 % gestiegen ist, die Thonablagerung aufhört. Gestützt auf diese Annahmen folgerten wir schon im Februar 1863, dass die Mächtigkeit des Thonlagers (10) auf 294 Fuss anzunehmen sei, so dass dieses bei einer Tiefe von 382 Fuss durchbohrt werden sollte. Aus dem Bohrregister, das wir oben mitgetheilt haben, ersehen wir aber, dass in der Wirklichkeit jenes Thonlager eine Mächtigkeit von 299 Fuss ergab, somit mit der Berechnung fast übereinstimmend.

Natürlich war es von grossem Interresse, auch noch Thone aus grösseren Tiefen zu untersuchen, um dadurch die aufgestellte Gesetzmässigkeit weiter zu verfolgen. In dieser Absicht theilten wir oben die Analyse des Thons aus 370′ Tiefe mit, bei welcher wir gestützt auf obige Annahmen finden sollten:

Mineral	55,53
Thonmasse	44,47
	100

während wir im Versuche 63,91 % Mineral fanden, somit einen Ueberschuss von 7,78 %. Eine solche Quantität Mineral, die selbst das von uns oben angenommene Maximum im Thon übersteigt, scheint durchaus gegen die aufgestellte Gesetzmässigkeit der Thonablagerungen zu sprechen. Nichts desto weniger dürfen wir dieselbe jetzt noch nicht fallen lassen, da die Untersuchung des Thons von Wolkowa und desjenigen aus 77 Fuss Tiefe dafür spricht, ebenso wie die richtige Vorherbestimmung der Mächtigkeit des Thonlagers (10). Ausserdem noch müssen wir hervorheben, dass in den untersten Schichten des 299 Fuss mächtigen Thonlagers kohlensaures Eisenoxydul als fremder Gemengtheil auftrat, und der Einfluss dieser Anomalie auf die Verhältnisse der Gemengtheile im Thon nicht zu bestimmen sind. Wollte man auch das aufgestellte Maximum des Minerals im Thon, das gewiss erst durch fernere Untersuchungen mit Thonen aus anderen Gegenden bestätigt werden muss, nicht annehmen, so belehren uns aber auf jeden Fall jene aufgeführten Resultate der chemischen Analyse, dass die Ablagerung unseres Thons in einem Fluidum bei völliger Ruhe vorgegangen sein muss, so dass alle im Wasser suspendirten Thontheile den allgemeinen Gesetzen der Schwere unterworfen waren.

Wir können an diese Betrachtungen noch eine anknüpfen, die uns wieder einen Zusammenhang zwischen unseren Thonen und dem Rapakivi darlegt. Ziehen wir aus den vier Analysen der Thone 88′, 128′, 304′, 370′ den Mittelwerth, so haben wir im Thonlager (10):

Mineral.	49,84
Thonmasse . . .	50,16
	100

Nun wissen wir aber, dass zur Bildung dieser Thonmasse mit einem Gehalte von 29,41 % Thonerde, 250,6 % Granit erforderlich waren, folglich auf 50,16 Theile Thonmasse 117 Theile Granit, in welchen 37,24 Theile Quarz enthalten sind. Hieraus ergiebt sich zwischen der Berechnung und dem Versuch ein Unterschied von 12,60 Theile Quarz.

Lassen wir aber bei dieser Betrachtung den Thon 370′ bei Seite und nehmen wir nur aus den anderen das Mittel, so haben wir:

Mineral. . . . ,	45,35
Thonmasse . . .	54,65
	100

folglich sind zur Bildung von 54,65 Theile Thonmasse 136,7 Theile Granit erforderlich, in welchen 43,45 Theile Quarz enthalten sind.

Nachdem wir versucht haben, das Verhältniss des Minerals im Thon festzustellen, müssen wir jetzt zu dem Auftreten anderer zufälliger Gemengtheile übergehen und zwar zu dem des Chlornatrium und der schwefelsauren Kalkerde. Mit der Betrachtung dieser Körper nähern wir uns zugleich wieder unserem artesischen Wasser, indem wir das Verhältniss dieser Gemengtheile der Thone zum Wasser verfolgen müssen. Zuerst haben wir hierzu aus den oben aufgeführten analytischen Resultaten die gefundenen Werthe dieser Körper zu entnehmen. Wir finden dann, dass im Thon von Wolkowa nur Spuren von Kochsalz nachgewiesen werden konnten, während in dem aus 77 Fuss Tiefe sowohl Kochsalz als Gyps, doch beide Körper in unwägbaren Quantitäten. In der 299 Fuss mächtigen Thonablagerung, wie in dem Thon aus 570 Fuss Tiefe sind in 100 Theile enthalten:

	Thon 88′	304′	370′	570′
Chlornatrium. . . .	0,01	0,02	0,03	0,06
Schwefelsaurer Kalk	0,09	Spuren	Spuren	0,12

oder

Chlor	0,006	0,012	0,018	0,036
Schwefelsäure. . . .	0,053	Spuren	Spuren	0,070

oder

Chlor.	100	100	100	100
Schwefelsäure. . . .	838	Spuren	Spuren	194

Diese Verhältnisse sind von besonderer Wichtigkeit, indem sie uns zeigen, dass die Ablagerung dieser Thone in einem Medium erfolgte, das sowohl Kochsalz als auch Gyps in Auflösung enthielt, doch dass das Verhältniss dieser Körper zu einander sich nicht demjenigen nähert, welches wir noch jetzt im Meerwasser antreffen. Wir wissen nämlich nach den Untersuchungen von Forchhammer, dass im Weltmeere auf 100 Theile Chlor im Durchschnitt immer 11,29 Theile Schwefelsäure zu rechnen sind.

Aus den Bestimmungen des Kochsalzgehaltes in dem 299 Fuss mächtigen Thonlager können wir folgern, dass mit der Tiefe der Kochsalzgehalt zuzunehmen scheint, der Gypsgehalt dagegen abzunehmen. Diese Erscheinung, die freilich nur auf drei Bestimmungen basirt ist, lässt sich aber durchaus ungezwungen mit unseren Ansichten über die Bildung und Ablagerung der Thone in Einklang bringen. Denken wir uns nämlich, dass die Ablagerung des Thonlagers in einem Medium, das die Zusammensetzung des Meerwassers hatte, erfolgte, so müssten wir auf der Tiefe von 370 Fuss bei dem Gehalte von 0,02 % Chlor eine solche Quantität Schwefelsäure finden, die im Verhältniss wie 100 Chlor zu 11,29 Schwefelsäure stände, nämlich 0,002 %, eine Quantität, die durchaus innerhalb der Fehlergrenzen zu suchen ist, die Analyse aber Spuren von Schwefelsäure anzeigte. Die Zunahme des Gehalts an schwefelsaurer Kalkerde mit der Abnahme der Tiefe ist auch zu

deuten. Als die Ablagerung der Thonmasse vor sich ging, musste durchaus Ruhe im ganzen Medium eingetreten sein, denn sonst konnte der Niederschlag nicht so gesetzmässig erfolgt sein, wofür die oben aufgeführten analytischen Resultate sprechen. In dieser Ruhe fand an der Oberfläche eine starke Verdunstung statt; so dass, während sich die untersten sedimentären Thonschichten im Meerwasser niederschlagen konnten, sich die höheren Schichten aus einer mehr concentrirten Meerwasserlösung absonderten und in diesen musste dann das Verhältniss zwischen Chlor und Schwefelsäure ein durchaus anderes sein und folglich auch das Verhältniss derselben im Thon.

Aus diesen Betrachtungen, die durchaus ins Reich der Hypothesen noch gehören und die durch erneuerte Untersuchungen erst bestätigt oder widerlegt werden müssen, folgt unbedingt, dass wir uns diese Ablagerungen als in einem abgeschlossenen Becken vorgegangen vorstellen müssen. Doch dann tritt die Frage entgegen, wo hätten wir diese Mutterlaugen des Meerwassers — und diese müssten auch noch das aus dem zerstörten Massengestein ausgezogene $\dot{R}\ddot{Si}^3$ enthalten, — zu suchen? Auch dieses liesse sich erklären, entweder dadurch, dass wir unsere Zuflucht zu Erhebungen nehmen, die nach beendigter Ablagerung erfolgten und den rückständigen Meerwassern einen Abzug ins grosse Weltmeer gaben, oder auch nur nach andern Becken hin, wo sie theils in der Form von Steinsalz und Gypslager, theils in der Gestalt als Meeresreste noch bis jetzt aufgehoben liegen und als Soole zu Tage gefördert werden können. Wir müssen aber diese hingeworfenen Betrachtungen verlassen, indem wir vielleicht bei denselben schon ein zu grosses Recht und Gewicht den Resultaten der chemischen Analyse eingeräumt haben, um jetzt das Verhältniss der Thonlager zu den artesischen Wasser zu erwägen.

Die 3 Grundwasser, deren Zusammensetzung wir oben kennen gelernt haben, zeichneten sich durch das völlige Fehlen von schwefelsauren Salzen aus, deren Gegenwart wir aber in den verschiedenen Thonen, die wir untersuchten, neben Kochsalz immer dargelegt haben. Das Zusammenhalten dieser beiden Facta beweist uns auf das Unzweifelhafteste, dass die Thonlager zum erbohrten Wasser eine durchaus indifferente Stellung einnehmen, nur als Trennungsschichten der Grundwasser angesehen werden müssen. Wollte man aber hier irgend welchen Auslaugungsprozess annehmen und zwar gestützt auf den alten und in vielen Fällen gewiss richtigen Ausspruch: Tales aquae, qualis terra per quam fluunt, so müssten auf jeden Fall mit dem Kochsalz auch kleine Quantitäten schwefelsaurer Salze aufgelöst und hinausgeführt werden, doch selbst Spuren desselben sind nicht nachzuweisen. Man könnte aber dahin seine Meinung zwingen, dass man unmittelbar mit dem Auslaugungsprozesse der Thone noch irgend einen Vorgang statuire, der die zuerst vom Wasser aufgelösten schwefelsauren Salze zersetze, die Säure in irgend einer unlöslichen Verbindung niederschlage und somit aus dem Wasser entferne. Eine derartige Umsetzung anzunehmen, dafür liegen durchaus keine Facta vor, oder wir müssten zu der Annahme unsere Zuflucht nehmen, dass die Wasser, die den Auslaugungsprocess ausführen, irgend

welche Barytverbindungen, Chlorbaryum oder kohlensauren Baryt, in Auflösung mit sich führen, die sich mit dem ausgezogenen Gyps augenblicklich umsetzen können Der so gebildete schwefelsaure Baryt bliebe dann als unlösliche Verbindung im ausgelaugten Thon zurück. Eine solche Annahme lässt sich noch für das dritte Grundwasser aufstellen, aber wie man das Fehlen der schwefelsauren Salze im zweiten und ersten Wasser, wo sich dasselbe Verhältniss zwischen Thonlager und Wasser, wie in der Tiefe, wiederholt, erklären wollte, ist viel schwerer. Einen anderen Process, um alle Schwefelsäure bis auf die letzten Spuren aus einer Lösung abzuscheiden, kennen wir nicht, zumal da hier durchaus keine Gründe vorliegen, um einen noch viel complicirteren Process anzunehmen, wie eine Reduction der Schwefelsäure zu Schwefelwasserstoff und eine Abscheidung dieses durch die Gegenwart von Metallen, mit welchen sich unlösliche Schwefelmetalle bilden sollten.

Wären schwefelsaure Verbindungen in unseren artesischen Wasser vorhanden, so würden wir die Entstehung und Bildung der 3 erbohrten Grundwasser mit der einfachen Bezeichnung eines Auslaugungsprocesses der Thone durch niedergehende meteorische Niederschläge erklären und damit uns zufriedenstellen. Es fehlen nun aber diese sonst so gewöhnlichen Begleiter aller Quellen, zumal derjenigen, die aus sedimentären Schichten hervorkommen. Dieses giebt uns Veranlassung, dieser Betrachtung noch weiter nachzugehen und führt uns zur folgenden Abtheilung hin.

Dritte Abtheilung.

Allgemeine Betrachtung über die Bildung der artesischen Wasser in St. Petersburg und das Verhältniss derselben zu anderen Quellen.

Wir müssen hier zum Ausgangspunkt des Bohrunternehmens in St. Petersburg zurückgehen. Dieser bestand in dem Vergleich der geognostischen Lagerungs-Verhältnisse der baltisch-silurischen Schichten im Delta der Newa mit denjenigen, die man längst der ganzen südlichen Küste des Finnischen Meerbusens bis nach Reval hin verfolgen konnte. In Reval war im Jahre 1842 in der Tiefe von 300 Fuss ein artesisches Wasser erbohrt, das nur 3 Fuss über dem Meeresniveau emporsteigt. Man erwartete hier in Petersburg ein ähnliches Resultat, d. h. auch ein süsses Wasser, wie dort, doch das Resultat, so überraschend an und für sich, war ein anderes. Da aber hier und dort, unseren Kenntnissen nach, die geognostischen Verhältnisse der Schichten übereinstimmend sein sollen, so warf sich zuerst die Frage auf, wie man die Verschiedenheit der erbohrten Quellen erklären könnte. Hierzu war es durchaus wünschenswerth nicht blos dem Geschmack und den äusseren physikalischen Eigenschaften nach den Unterschied dieser beiden Wasser zu kennen, sondern zum Besitz einer

chemischen Analyse des Wassers aus dem Bohrloche zu Reval zu kommen. Leider lag keine Analyse, geschweige eine vollständige, vor, so viel aber in unsern Kräften lag, hoffen wir diesem Mangel abgeholfen und hierdurch einen tiefer eingehenden Vergleich des Wassers angebahnt zu haben. Wir wurden nämlich durch die freundliche Vermittelung des Kapitains Nikolski in den Stand gesetzt, eine Analyse dieses Wassers auszuführen — eine Analyse, die wir freilich unzureichenden Materials wegen als keine vollständige hinstellen können, doch immer um Vergleiche anzuknüpfen hinreichend.

Die Analyse ergab nämlich, dass in 10000 Theilen dieses Wassers, das vollständig klar und selbst nach längerem Stehen an der Luft sich nicht trübte, nach dem Abdampfen, Glühen, Befeuchten mit kohlensaurem Ammoniak und schwachem Erhitzen 1,750 Theile Salze enthalten sind, aus welchen bestimmt wurde:

Chlor	0,1630	oder	100
Kieselsäure . . .	0,0581	«	35,6
Schwefelsänre .	0,0117	«	7,2
Kalkerde	0,6210	«	381,0
Magnesia	0,2539	«	155,6
	1,1077		

Nehmen wir an, dass alles Chlor, in Verbindung mit Natrium als Chlornatrium im Wasser angetroffen wird, die Schwefelsäure als Gyps und der Rest der Kalkerde und die Magnesia als doppelt kohlensaure Salze, die sich beim Eindampfen als einfach kohlensaure Salze ausscheiden, so finden wir durch die Berechnung, dass in 10000 Theile Wasser enthalten sind:

Kieselsäure	0,0581
Schwefelsaure Kalkerde	0,0199
Chlornatrium	0,2688
Kohlensaure Kalkerde	1,0944
Magnesia	0,2539
	1,6951
Kohlensäure der Magnesia	0,2793
Kohlensäure zur Bildung von doppelt kohlensauren Salzen	0,7609
	2,7353

Diese ausgeführte Berechnung einer Zusammensetzung des artesischen Wassers zu Reval ist eine rein hypothetische, um nur überhaupt ein Bild jenes Wassers vorzuführen, denn höchst wahrscheinlich müssen wir im Wasser auch die Gegenwart anderer Chlorverbindungen annehmen, da unseren oben ausgesprochenen Ansichten nach ein bestimmter Gehalt an kohlensaurem Natron, um hierdurch den Gehalt an Kieselsäure im Wasser zu erklären, erforderlich ist. Eine vollständige Untersuchung dieses Wassers bleibt sehr wünschenswerth.

Der Vergleich dieser Resultate mit denjenigen, die wir oben in der ersten Abtheilung über die Zusammensetzung der hiesigen artesischen Wasser aufgeführt haben, zeigt uns unzweifelhaft, dass das Wasser des Bohrbrunnens zu Reval einem anderen Ursprunge zugeschrieben werden muss. Dort finden wir höchst wahrscheinlich einen reinen Auslaugungsprocess sedimentärer und zwar vorzüglich dolomithaltiger Schichten, denn nur dadurch können wir den grossen Gehalt an Kalkerde und Magnesia und dabei noch das Verhältniss dieser Körper wie 2,4 : 1 erklären. Sollte ein solcher Auslaugungsprocess nur durch meteorische Wasser erfolgen, so müssen die sedimentären Schichten, die ausgelaugt werden, in einem Medium niedergeschlagen sein, das einst die Zusammensetzung des Meerwassers zeigte, denn nur dadurch sind wir im Stande das oben aufgeführte Verhältniss des Chlors zur Schwefelsäure zu erklären.

Es liesse sich aber auch annehmen, dass ein einfacher Filtrationsprocess des Meerwassers aus dem Becken der Ostsee stattfände, und sich dieses Wasser später noch mit den Auslaugungsproducten meteorischer Wasser vermische, wodurch das Meerwasser, das bei Reval einen Gehalt von 0,62 % Salz zeigt, bis zu einem süssen Wasser mit 0,017 % Salzgehalt verdünnt würde, in welchen Salzen ausserdem noch die Hauptbestandtheile eine dolomitähnliche Zusammensetzung zeigen.

Bevor wir weiter gehen, müssen wir hier erst eine Betrachtung über das schon früher und so eben beim Bohrbrunnen von Reval wieder hervorgehobene Verhältniss des Chlors zur Schwefelsäure, das sich im Meerwasser als ein so constantes gezeigt hat, einschalten und noch auf andere Quellen ausdehnen.

Eine derartige Betrachtung führt uns für einige Augenblicke von der hier aufgeworfenen Frage über die Entstehung der artesischen Wasser in Petersburg weit weg, doch nichts desto weniger steht sie noch mit derselben in einem innigen Zusammenhange und stellt nur dieselbe in ein anderes Licht. Gleichsam wir umziehen hierdurch unsere Frage mit einem Kreis, in welchem sie den Mittelpunkt bildet. Ausserdem schliessen sich derartige Betrachtungen an die vom Herrn Akademiker H. Abich[1]) aufgestellten Ansichten über die genetischen Beziehungen von Salzquellen an.

Wir müssen zuerst unsere Aufmerksamkeit auf die bekannten Salzquellen von Staraja Russa hinwenden[2]). Diese Soolquellen — die seit den ältesten Zeiten schon bekannt sind, und wo über 2 Quellen, ob sie natürliche oder künstlich angelegte sind, alle näheren Angaben fehlen, — liegen in der kleinen Kreisstadt Staraja-Russa, auf dem rechten Ufer des Flusses Polist, 270 Werst von Petersburg und 90 Werst von der Gouvernements-Stadt Nowgorod entlegen. Jm Jahre 1819 wurde dort das erste Bohrloch angelegt, und als man bis zu 300 Fuss Tiefe gekommen war, erhielt man die erste Soole, doch eine schwache.

---

1) H. Abich. Vergleichende chemische Untersuchung der Wasser des Caspischen Meeres etc. St. Petersburg 1856. S. 25. H. Abich. Ueber eine im Caspischen Meere erschienene Insel etc. St. Petersburg 1863 S. 77.

2) Старая Руса и ея минеральныя врачебныя средства. С. Петербургъ 1862.

Die Analyse derselben wurde 1825 von Hess ausgeführt. Man setzte die Bohrung weiter fort, bis man im Jahre 1830 bei der Tiefe von 675 Fuss stehen blieb, indem man eine reichliche Soole erhielt. Dieser Brunnen ist unter dem Namen des *Directors-Brunnen* bekannt und giebt 220 Cubikfuss Soole in der Minute, bei einer Temperatur von 13° C. Eine vollständige Analyse dieser Soole wurde 1836 durch Neljubin und später im Jahre 1853 durch den Prof. C. Schmidt[1]) in Dorpat ausgeführt.

Im Jahre 1857 unternahm man eine neue Bohrung, bei der man schon in 385 Fuss Tiefe eine reichliche Soole erhielt. Dieses Bohrloch, der sogenannte *Murawjewsche Brunnen*, giebt 350 Cubikfuss Soole in der Minute und springt dabei bis zu einer Höhe von 29 Fuss bei + 10,8° C. Wärme. Die Untersuchung dieser Soole wurde auf Veranlassung der Regierung vom Oberstlieutenant W. Beck[2]) ausgeführt, der aber zugleich mit dieser noch eine Wiederholung der Analyse der Soole aus dem Directors-Brunnen unternahm.

Somit sind wir im Besitz von 5 verschiedenen Analysen der Soole von Staraja-Russa, die wir hier zusammenstellen wollen, wozu wir alle Angaben theils aus der Arbeit von C. Schmidt, theils aus der von W. Beck, welche letztere leider noch nicht in andere Journale übergegangen ist, entnehmen. Hiernach finden wir:

	Hess.	Neljubin.	Schmidt.	Beck.	Murawjewscher Brunnen.
	Directors-Brunnen.				
Specifisches Gewicht	—	1,119	1,0149	1,0154	1,0131
Temperatur in C.	—	+13°	+13°	+11,7	+10,8
In 1000 Theilen Wasser sind enthalten:					
Chlornatrium	24,0	15,074	13,637	13,317	11,3780
Chlorkalium	—	—	0,128	0,122	0,4975
Schwefelsaure Kalkerde	2,1	1,736	1,999	2,024	1,6661
Chlorcalcium	2,3	1,562	2,201	2,354	1,6380
Chlormagnesium	1,9	0,868	1,749	1,846	1,3930
Brommagnesium	—	0,0027	0,0264	0,025	0,0177
Kieselsäure	—	0,043	0,0011	0,012	0,0054
Kohlensaure Kalkerde	—	0,122	0,0801	0,0289	0,0610
Kohlensaure Magnesia	—	0,028	0,0101	0,0227	0,0046
Kohlensaures Eisenoxydul	—	0,017	0,0052	0,0053	0,0009
Kohlensaures Manganoxydul	—	—	—	Spuren	Spuren
Thonerde	—	—	—		
Phosphorsäure	—	—	—		
Summe	30,3	19,453	19,857	19,7569	16,6622

1) Archiv für Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. 1ste Serie, Bd. 1. S. 293.

2) Горный Журналъ 1860. T. II, стр. 67.

C. Schmidt und W. Beck stellten besondere Versuche an, um in diesen Soolen die Gegenwart des Jod nachzuweisen, doch alle Bemühungen waren vergeblich, während Neljubin 0,0002 Theile Jodnatrium gefunden haben will.

Ein Vergleich der analytischen Resultate ein und desselben Brunnens von C. Schmidt und von W. Beck, zeigen auf eine ausgezeichnete Weise, wie constant die Zusammensetzung dieser Soole ist, obgleich doch zwischen den Arbeiten beider Analytiker nicht weniger als 7 Jahre lagen.

Für unsere Betrachtungen haben wir aus diesen Resultaten das Verhältniss des Chlor zu den anderen Körpern abzuleiten, und finden dann auf 100 Chlor:

Schwefelsäure	8,97	9,46	10,64	10,59	10,62
Natron	—	—	66,50	63,97	65,36
Kali	—	—	0,73	0,80	3,30
Kalkerde	—	—	18,16	18,48	16,77
Magnesia	—	—	6,90	7,19	6,55
Summe der Oxyde	—	—	92,29	90,34	92,08

Im Meerwasser dagegen haben wir:

	Ostsee.	Weltmeer nach Forchhammer.
Chlor	100	100
Schwefelsäure	11,72	11,29
Natron	74,65	—
Kali	2,88	—
Kalkerde	4,30	2,96
Magnesia	10,56	11,07
Summe der Oxyde	92,39	

Ein Zusammenhalten dieser relativen Werthe zeigt, dass wir in den Soolen von Staraja-Russa nichts anderes als ein Meerwasser, und auf keinen Fall einen ununterbrochenen Auslaugungsprocess der dortigen sedimentären Schichten durch meteorische Niederschläge suchen dürfen. In diesem Meerwasser finden wir nur einen grösseren Gehalt an Kalkerde, dafür aber ein Zurücktreten des Natron und der Magnesia. Auch dieses können wir zu deuten versuchen. Die in Staraja-Russa zu Tage kommenden Soolen sind nichts weiter, als Reste eines früheren Meeres, die höchst wahrscheinlich nach den dortigen geognostischen Verhältnissen zwischen den sedimentären Schichten, die wir zur silurischen und devonischen Formation rechnen, liegen, somit also Reste, die sich nach den Ablagerungen der silurischen Thonlager in grossen Becken angesammelt haben. Hiernach würde uns die Zusammensetzung dieser Soole gleichsam die eines Weltmeeres ältester Periode vergegenwärtigen, eines Meeres, in welchem das organisch-thierische Leben noch nicht entwickelt war.

Man könnte nun aber annehmen wollen, dass die Soole von Staraja-Russa nichts weiter wäre, als ein noch ununterbrochen bestehender Filtrationsprocess durch die sedimentären Schichten aus dem Becken der Ostsee, indem dieses Meerwasser seinem Salzgehalte nach sehr mit demjenigen von Staraja-Russa übereinstimmt. Der Austausch zwischen Natron und Kalkerde könnte dabei als Folge der Filtration durch Wechselwirkung in den Schichten erklärt werden.

Eine derartige Annahme ist aber durchaus unhaltbar, da wir in Staraja-Russa die Soole mit einer so bedeutenden Steigkraft hervortreten sehen, was nicht gedeutet werden kann, wenn man als drückende Kraft das Meer annehmen wollte, zumal da Staraja-Russa um ungefähr 240 Fuss über dem Meeresniveau liegt.

Diese hier hingestellte Ansicht der vorweltlichen Meeresreste finden wir für andere Quellen auch vom Dr. B. M Lersch[1]) ausgesprochen, indem er anführt:

«Viele Salzwässer des Festlandes sind wieder nur Rückbleibsel vorweltlicher Meere und stimmen der Mischung nach mit den jetzigen Meerwässern ziemlich überein. Man kann bei derartigen meerwasserähnlichen Wässern öfters wohl annehmen, dass auch ihr Wasser dem vorweltlichen Meere angehöre; denn wenn sie durch die Lösung des in damaligen Zeiten abgelagerten Salzes durch neuzugekommenes Meteorwasser entstanden wären, würden sie die Salze, welche ihrer Leichtlöslichkeit wegen nicht in den urweltlichen Salzablagerungen mit dem Kochsalz herauskrystallisirten, wohl nicht enthalten.»

Leider führt Lersch gar keine Belege an, was doch durchaus wünschenswerth und zu erwarten gewesen wäre.

Verlassen wir jetzt die Salzquellen von Staraja-Russa, so müssen wir uns in nord-östlicher Richtung in das Gouvernement Wologda wenden, wo wir in der Umgegend der kleinen Kreisstadt Totma verschiedene Salzsiedereien antreffen, die die ganze dortige Gegend mit dem nothwendigen Kochsalz versorgen. Diese Quellen[2]) sind laut Ueberlieferungen und schriftlichen Dokumenten seit den ältesten Zeiten bekannt, kamen aber nach und nach so in Verfall, dass am Anfange dieses Jahrhunderts die Salzproduction nicht hinreichend war, und deswegen ein grosser Theil des nöthigen Salzquantums über Nishnij-Nowgorod von den Permschen Siedereien bezogen werden musste. Die dortigen Salzquellen, alle durch Bohrungen aus dem Innern der Erde erschlossen, gehören theils der Regierung — die Ledengskischen, theils Privaten — die Totmaschen und Seregowskischen.

Die Ledengskische Siederei, im Totmaschen Kreise, 35 Werst von Totma und 233 Werst von Wologda, auf dem hohen Ufer des Flüsschens Ledenga, das von der rechten Seite in die Suchona fällt, gelegen, lieferte im Jahre 1814 nur 16000 Pud Kochsalz aus zwei Brunnen, von welchen der eine 58 Faden und der andere 80 Faden Tiefe hatte. Die Regierung unternahm in jenem Jahre eine Reinigung und Vertiefung des Bohrlochs und gelangte im

1) Dr. B. M. Lersch. Hydro-Chemie oder Handbuch der Chemie der natürlichen Wässer. Berlin 1864. S. 193.

2) Горный Журналъ 1826. Книжк. II, стр. 93.
» » 1862. T. I, стр. 534.

Jahre 1818 bis 105½ Faden = 738 Fuss Tiefe, wo man eine Soole von 7% erhielt, die ausserdem noch 14 Fuss über die Oberfläche emporstieg. Später wurde noch ein neues Bohrloch angelegt, das 1821 bis 106 Faden = 742 Fuss Tiefe erreichte. Nach den neuesten Mittheilungen sind dort 3 Brunnen in Thätigkeit, aus welchen die Soole mit 5½ bis 6½ % Salz 10,5 Fuss hoch hervorsteigt. Die jährliche Production beträgt 250—350 Tausend Pud Kochsalz.

Die *Totmaschen* Salzsiedereien, 1½ Werst von der Stadt Totma, am Flüsschen Kowda, beim Einfall desselben in die Suchona, sind nach historischen Ueberlieferungen schon seit dem Jahre 1555 in Thätigkeit und zwar werden dort 5 Bohrbrunnen genannt, von welchen aber am Anfange dieses Jahrhunderts nur einer noch übrig war und zwar von 90 Faden Tiefe mit einer 5% Soole. In den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts wurde ein neues Bohrloch bis zu 115 Faden Tiefe angelegt, das eine 7% Soole ergab, die auch noch gegenwärtig in Thätigkeit ist. Noch älter als diese Brunnen sind die der *Soligalitschkischen* Siederei im Gouvernement Kostroma, am Flusse Kostroma gelegen, die schon im Jahre 1332 genannt werden, doch waren sie nicht tiefer als 8 bis 12 Faden bei einer Soole mit 3% Kochsalz. In neueren Zeiten hatte man dort bis zu einer Tiefe von 50 Faden gebohrt, wollte aber noch weiter gehen, da mit der Tiefe der Salzgehalt der Soole zunahm und sie ausserdem noch in weit reichlicher Menge entströmte. Seit dem Jahre 1846 wird diese Soole nur zu Bäder benutzt. Die letzten Salzquellen und Siedereien, die noch hierher gehören, sind die *Seregowskischen* am Flusse Wym, eines Nebenflusses der Wytschegda, im Mit-Sysolskischen Kreise. Diese Anlagen sollen sehr alt sein, aus dem XII. Jahrhundert, so dass man dieselben den ältesten Einwohnern jener Gegend noch zuschreibt. Die Tiefe der Brunnen soll bis 90 Faden gehen und die Soole 6 bis 8% Salz enthalten.

Von diesen Soolquellen, die alle in ein und derselben Formation liegen, zeigt das gewonnene Kochsalz, das zu verschiedenen Zeiten im Laboratorium[1]) des Berg-Departements untersucht worden ist, folgende mittlere Zusammensetzung, nämlich:

Chlornatrium	92,57%
Schwefelsaures Natron . . .	2,80 «
Chlormagnesium	2,38 «
Schwefelsaure Kalkerde . .	0,41 «
Wasser	1,52 «
	99,68%

Von den Soolen ist aber nur eine einzige, die von Ledengski, einmal analysirt worden, wozu das erforderliche Material von der dortigen Salzverwaltung eingesandt war, doch ohne irgend welche näheren Angaben. Aus dieser Untersuchung ergab sich, dass in 1000 Theilen der Soole enthalten sind:

1) Отчетъ о занятіяхъ Лаб. Гор. Департ. за 1851 г., стр. 32.

Chlornatrium	32,77
Schwefelsaures Natron	3,13
Chlormagnesium	9,84
Schwefelsaure Kalkerde . . .	3,71
Schwefelwasserstoff	Spuren.
	49,45

Brom wurde nur qualitativ nachgewiesen, während die Gegenwart von Jod unbestimmt blieb.

Beim unmittelbaren Abdampfen der Soole nnd Trocknen des Rückstandes bei 100° wurden 69,01 Theile Salz erhalten, in welchem 19,56 Wasser enthalten waren. Das specifische Gewicht der Soole war bei + 14° = 1,030.

Ziehen wir uns aus obigen Angaben das Verhältniss des Chlor zur Schwefelsäure und den Oxyden, so erhalten wir:

Chlor	=	100
Schwefelsäure . . .	=	14,93
Natron	=	59,91
Kalkerde	=	5,53
Magnesia	=	15,23
Summe der Oxyde		80,67

Diese Verhältnisse entsprechen freilich nicht genau denjenigen, die wir soeben beim Meerwasser und bei der Soolquelle von Staraja-Russa kennen lernten, doch nichts desto weniger geben sie deutliche Hinweisungen, dass wir es auch hier mit einem Meerwasser zu thun haben. Es wäre aber von wissenschaftlichem Interesse, wenn in den nächsten Zeiten über diese Soolen neue Arbeiten vorgenommen werden könnten, um dadurch die aufgeworfene Ansicht zur Entscheidung zu bringen. Hierbei müsste man dann Soolen, die aus verschiedener Tiefe kommen, untersuchen und ebenso ein nnd dieselbe Soole zu verschiedenen Zeiten, um ihre Beständigkeit in Bezug der einzelnen Körper festzustellen. Ausserdem wäre es wünschenswerth, einer solchen Arbeit eine noch grössere Ausdehnung zu geben, indem die so berühmten und wichtigen Soolquellen des Permschen Gouvernements mit in den Kreis der Untersuchungen hineingezogen würden, da die dortigen Soolen noch nie einer chemischen

---

Anmerkung. Nach den neuesten Mittheilungen über die Salzsiedereien des Permschen Gouvernements, die wir aus dem Berg-Journal schöpfen können, sind dort folgende drei:

1) Die Dedjuchin'sche Salzsiederei in dem Städtchen gleichen Namens, am linken Ufer der Kama, 126 Werst von der Stadt Perm entlegen. Diese Siederei, gegründet von Stroganow im 16ten Jahrhundert, wurde 1606 Eigenthum des Piskerkischen Preobrashenskischen Klosters, doch nach Aufhebung desselben, 1764, ging sie in die Hände der Regierung über. Sie liegt auf einer Anhöhe nnd ist im Frühling bei dem hohen Wasserstand der Kama fast von allen Seiten von Wasser umgeben. Während dieser Zeit, in der Regel um Mitte April oder Anfang Mai bis Mitte

Analyse unterzogen worden sind. An diese Untersuchungen müssten sich dann noch die der Salzquellen aus dem Gebiete der Petschora anschliessen, auf welche wir durch eine vorläufige Notiz des Bergingenieurs A. J. Antipow[1]) aufmerksam gemacht worden sind.

Andere Erscheinungen, als die obigen von Staraja-Russa und von Ledengski, treffen wir bei der Betrachtung der Zusammensetzung von Salzsoolen aus dem Archangelskischen Gouvernement. Die dortigen Soolen[2]) und Siedereien, die bis vor Kurzem kaum dem Namen nach bekannt waren, sind theils Eigenthum von Privatleuten, theils der Regierung. Die ganze Salzproduction derselben ist sehr unbedeutend, doch hinreichend für die dortige spärliche Bevölkerung, indem sie nicht das Quantum von 120,000 Pud erreicht.

Im Jahre 1860 theilte uns C. Knauss[3]) die chemische Untersuchung zweier Salzsoolen von Nenoxa mit, die aus 14 bis 21 Fuss tiefen Brunnen geschöpft werden. Diese Siederei liegt im Archangelskischen Kreise, 72 Werst von Archangelsk, auf dem Wege nach der Stadt Onega hin. Der Salzgehalt dieser Soolen soll nach den Jahreszeiten sehr verschieden sein, so dass während des Frühjahrs und Herbstes die Soole durch ein reichliches Zuströmen der Tageswasser so verdünnt wird, dass sich ein Versotten derselben nicht mehr lohnt.

Betrachten wir nach C. Knauss's Angaben auch in diesen Soolen das Verhältniss des Chlor zu den anderen Bestandtheilen, so haben wir:

	I.	II.
Specif. Gewicht der Soole	1,0579	1,0669
Salzgehalt in %	9,318	8,754
Chlor	100	100
Schwefelsäure	2,61	2,52
Kalkerde	9,30	8,67
Magnesia	2,61	2,47
Natron	75,84	76,10
Summe der Oxyde	87,75	87,24

Juni oder Anfang Juli, steht die Salzsiederei still. Man beladet dann aus den Magazinen die Barken mit Salz und fertigt so die Frühlings-Karavanen ab. Während dieser Zeit werden auch alle Reparaturen ausgeführt. Bohrlöcher sind dort über 40, doch nur 17 in Thätigkeit, bei einer Tiefe von 280 bis 672 Fuss. Die Soole ($13^1/_2$ bis $27^1/_2{}^0$) wird mit Dampfmaschinen gehoben.

2) Die *Lenwenskischen und Usolskischen Siedereien* befinden sich 178 Werst von Perm und 80 Werst von Ssolikamsk. Die ersteren liegen auf dem linken Ufer der Kama, die letzteren, gegenüber am rechten Ufer und wurden von den Vorfahren des Grafen Stroganow im Jahre 1610 und 1606 gegründet Jetzt gehören sie 5 Eigenthümern; Bohrlöcher sind dort 94, von 210 bis 616 Fuss Tiefe. Aus jedem Brunnen erhält man 1250 bis 6080 Cub. Fuss Soole (10 bis 28%) in 24 Stunden. Dort werden jährlich 7 bis 8 Millionen Pud Salz gewonnen.

3) Die *Ssolikamskischen Siedereien* befinden sich theils in der Stadt Ssolikamsk selbst theils 10 Werst von derselben auf einer Insel der Kama. Soolquellen sind dort 11, von 30 bis 73 Fuss Tiefe, die in 24 Stunden 1300 bis 1500 Cub. Fuss Soole (5 bis 12%) geben. Die jährliche Production beträgt 300 bis 334 Tausend Pud Kochsalz. (Горный Журналъ 1855, II, стр. 323. — 1856 I, 1. — 1862 I, 538.

1) Горный Журналъ 1858. III, стр. 381.
2) « « 1859. II, « 739.
3) Bulletin 1860. Tom II, pag. 208.

Im Meerwasser aus dem Weissen Meere fand C. Knauss dagegen fast dieselben Verhältnisse, die wir eben kennen gelernt haben, nämlich:

Specifische Gewicht	1,01667
Salzgehalt in %	2,235
Chlor	100
Schwefelsäure	11,72
Kalkerde	8,07
Magnesia	5,96
Natron	78,34
Summe der Oxyde	92,37

Aus dem Vergleich dieser Angaben müssen wir schliessen, dass diese Salzsoolen durchaus nicht in unmittelbarer Verbindung mit dem Meerwasser stehen, sondern als eine Auflösung eines Steinsalzes secundärer Lagerstätten angesehen werden müssen. Da wir aber über die geognostischen Verhältnisse der dortigen Gegenden wenig wissen, so kann man die mögliche Entstehung dieser Soolenquellen nicht weiter verfolgen.

Beendigen wir diese Betrachtungen, so müssen wir aus dem Vergleich der Zusammensetzung dieser verschiedenen Quellen mit derjenigen unseres artesischen Brunnens folgern, dass wir es in St. Petersburg mit einem Wasser durchaus anderer Entstehung zu thun haben, wobei das vollständige Fehlen aller schwefelsaurer Verbindungen das gewichtigste Criterium abgiebt. Oder noch bestimmter ausgedrückt, glauben wir zu der Ansicht berechtigt zu sein, dass das hiesige artesische Wasser weder als ein einfacher Auslaugungsprocess der sedimentären Schichten, noch als das Resultat eines continuirlichen Filtrations- oder Diffusionsprocesses des Meerwassers angesehen werden darf. Doch welche Erklärung wollen wir denn geben? —

Um einen tieferen Eingang in diese schwere aber interessante Frage — die aber nur von Thatsachen ausgehend, als reine Hypothese aufgestellt werden kann — anbahnen zu können, müssen wir uns zuerst nach Quellen umsehen, die den salinischen Bestandtheilen nach mit dem hiesigen artesischen Wasser verglichen werden können. Thun wir dieses, so haben wir dabei nur auf die Soolquellen 2ter Klasse nach Karsten[1]) Rücksicht zu nehmen, d. h. auf solche, bei denen die verunreinigenden Salze aus Chlorcalcium und Chlormagnesium bestehen und kommen dann zuerst zu den so berühmten Soolquellen von Kreuznach, die den vorhandenen Analysen nach, die uns von Dr. L. Trautwein[2]) mitgetheilt worden sind, folgende Zusammensetzung der festen Bestandtheile in 1000 Theile Wasser zeigen, nämlich:

1) Karsten. Lehrbuch der Salinenkunde. 1847. B.II. S. 220.

2) Dr. L. Trautwein. Die Soolquellen zu Kreuznach. 1856. S. 24.

	Elisenquelle. nach Löwig.	Münster am Stein, Hauptbrunnen. Löwig.	Mohr.	Mohr.
Chlornatrium	9,488	8,037	7,939	6,995
Chlorcalcium	1,744	1,513	1,442	1,251
Chlormagnesium	0,530	0,123	0,191	0,168
Chlorkalium	0,081	0,002	0,175	0,154
Chlorlithium	0,079	—	—	—
Chloraluminium	—	0,0024	—	—
Brommagnesium	0,036	0,0323	—	—
Bromnatrium	—	—	0,086	0,076
Jodmagnesium	0,0046	0,0017	—	—
Jodnatrium	—	—	0,00005	—
Kohlensaure Kalkerde	0,220	0,203	0,146	0,128
Kohlensaurer Baryt	0,002	—	—	—
Kohlensaure Magnesia	—	0,039	—	—
Kohlensaures Eisenoxydul	—	0,030	0,0044	0,004
Kohlensaures Manganoxydul	—	0,001	—	—
Kohlensaures Lithion	—	Spuren	—	—
Magnesia	0,014	—	—	—
Eisenoxyd	0,020	—	—	—
Manganoxydul	0,105	—	—	—
Kieselsäure	0,017	0,004	0,001	0,0009
Phosphorsäure	—	Spuren	—	—
Phosphorsaure Thonerde	0,0032	—	—	—
Thonerde	—	0,002	—	—
	12,343	9,9904	9,984	8,7769
Temperatur	+12,5	+30,6		
Tiefe der Quelle	46 Fuss.	115 Fuss.		

Fr. Mohr führte diese Analyse im Jahre 1853 aus, seitdem ist aber das Bohrloch vertieft worden, wodurch nicht nur die Temperatur der Soole zunahm, sondern auch der Salzgehalt. Von dieser Soole besitzen wir keine Analyse, nur ist bekannt, dass der Salzgehalt von 8,7769 pro Mille auf 9,990 gestiegen ist. Um aber für diese Soole, die gegenwärtig ununterbrochen verarbeitet und als Heilmittel benutzt wird, die chemische Zusammensetzung aufführen zu können, berechnete L. Trautwein nach den früheren Analysen von Löwig und Mohr die Zusammensetzung der gegenwärtigen, ein Verfahren, das vom wissenschaftlichen Standpunkte durchaus nicht gerechtfertigt werden kann. Ausserdem noch finden wir, dass Fr. Mohr den Gehalt an Jod in der Soole nicht bestimmt hat, L. Trautwein aber führt ihn auf, indem er, ausgehend von den Untersuchungen Polstorf's über den Jodgehalt der Mutter-

laugen von Kreuznach, diesen berechnet. Wie wir aber in den Zahlen sehen, ist die Jodquantität[1]) so überaus klein in der Soole, dass man an Stelle jener Zahl eben so gut das Wort «Spuren» hätte hinschreiben können. Ist somit in den Heilquellen von Kreuznach, die ihres Jod- und Bromgehalts wegen so gerühmt werden, der erstere Körper nicht einmal der Quantität nach genau bestimmt, so dürfen wir uns durchaus nicht wundern, wenn die Bestimmung des Jod in dem artesischen Wasser zu St. Petersburg noch nicht gelungen ist, wie wir dieses oben (Seite 17) aufgeführt haben. Vergleichen wir die Bestandtheile der Kreuznacher Quellen mit dem Hauptresultate des artesischen Wassers III, so finden wir eine überraschende Uebereinstimmung, und der Untershied besteht nur darin, dass die hiesige Soole eine schwächere und von niedrigerer Temperatur ist. Was das letztere anbelangt, so darf uns dieses durchaus nicht wundern, indem wir ähnliche Erscheinungen bei den 6 verschiedenen Quellen zu Münster am Stein antreffen. Die Soole des Hauptbrunnens, die bei einer Tiefe von 115 Fuss 12 Cub. Fuss Wasser in der Minute liefert, zeigt 30,°6 C., dagegen der Brunnen No. III bei 227,5 Fuss Tiefe mit demselben Salzgehalt nur eine Temperatur von 17,°5 C., obgleich wir doch mit der Tiefenzunahme eine Temperatur-Erhöhung erwarten sollten. Die Temperatur-Differenz zwischen beiden Soolen von 13,°1 können wir nur dadurch erklären, dass die Wege, die die Soolen zu durchlaufen haben, bis sie zu Tage aus dem Bohrloche entweichen können, von verschiedener Länge sein müssen, so dass sich die Soole des Brunnen No. III auf diesem Wege so bedeutend abkühlen kann.

Bei zwei anderen Brunnen ebenda, Brunnen No. I (14,5 Fuss tief) und No. VI (30 Fuss tief), finden wir noch niedrigere Temperaturen, nämlich 17° und 15°, doch zugleich eine Abnahme des Salzgehalts bis auf 0,5%. Leider besitzen wir von diesen Soolen keine chemischen Analysen, die überaus wünschenswerth wären, um Vergleiche mit der Zusammensetzung der anderen dortigen Soolen auszuführen. Es wäre nämlich denkbar, dass der

---

1) Als Beleg für die kleinen Quantitäten von Jod, die in den Kreuznacher Quellen enthalten sind, müssen wir noch folgendes Citat von Trautwein wörtlich hervorheben:

«In der flüssigen Mutterlauge», sagt Polstorf in der Bearbeitung seiner Analyse, «lässt sich der Jodgehalt sowohl durch Chlor und Salpetersäure mit Stärke, als auch durch salpetrige Salpetersäure und Schwefelkohlenstoff deutlich nachweisen. Am stärksten tritt hier die Bläuung der Stärke hervor, wenn die Zersetzung der Jodverbindung durch verdünnte Schwefelsäure, welche mit einigen Tropfen Salpetersäure versetzt ist, bewirkt wird. Palladiumchlorür bleibt dagegen wirkungslos, da eine weit grössere Menge Palladiumjodür in den verschiedenen Salzen der Lauge (Chlorcalcium und Chlormagnesium) löslich ist, als sich hier bilden kann.»

Ebenso wurde von Mohr das Jod in der flüssigen Mutterlauge nachgewiesen. «Mit Palladiumchlorür», sagt Mohr in seiner Analyse, «erhält man allerdings keinen Niederschlag, so dass eine Bestimmung auf diesem Wege unmöglich ist. Auch giebt die Behandlung mit Chloroform und salpetriger Säure kein entscheidendes Resultat. Dagegen gelingt die Nachweisung des Jods jedesmal mit der ältesten Prüfungsmethode auf Jod, mit Stärke. Wenn man einige Unzen Mutterlauge in einem farblosen Gläschen mit frisch gekochtem Stärkekleister mischt und eine dünne Schicht eines mit Wasser verdünnten Chlorwassers darüber giesst, so entsteht auf der Berührungsfläche eine dunkel gefärbte Zone, welche einen deutlichen Stich ins Blaue zeigt. Schüttelt man gelinde um, so verbreitet sich diese Farbe in tiefern Stellen des Glases und kann endlich der ganzen Masse mitgetheilt werden. Dass dieser Versuch nicht immer mit gleichem Erfolge gelingt, liegt in der Schwierigkeit, die richtige Menge Chlorwasser zuzusetzen; ein Ueberschuss von Chlor bildet schnell Chlorjod, welches auf Stärke keine Wirksamkeit ausübt.

Trautwein l. c. S. 47.

geringere Salzgehalt dieser Soolen durch das Zuströmen meteorischer Niederschläge bedingt würde. Diese müssten aber bei dem Durchsinken der sedimentären Schichten verschiedene Salze auslaugen, diese den Soolen zuführen und ihr Einfluss müsste sich durch die Analyse herausstellen. So wäre es vielleicht denkbar, dass in diesen Soolen der Gehalt an Baryt bedeutend geringer, ja vielleicht dieser Bestandtheil gar nicht mehr angetroffen würde, indem durch den Auslaugungsprocess der sedimentären Schichten so viel schwefelsaure Verbindungen der Soole zugeführt würden, dass sich aller Baryt als schwefelsaurer Baryt ausscheiden kann. Ueberhaupt wäre es sehr wünschenswerth, dass die Kreuznacher Quellen von Neuem untersucht würden, da die oben mitgetheilten Analysen schon vor 13 Jahren ausgeführt worden sind.

Vergleichen wir den Salzgehalt der Soole des Hauptbrunnens von Münster am Stein mit der hiesigen, so haben wir in 1000 Theilen Wasser

Münster am Stein: St. Petersburg = 9,98 : 3,89
= 5 : 2
= 2,5 : 1

Demnach zeigt der Hauptbrunnen eine 2½ mal stärkere Soole. Erwägt man aber die Quantitäten der ausfliessenden Wassermengen, so stellen sich andere Verhältnisse heraus. Nach der oben (S. 12) mitgetheilten Bestimmung vom Oberst Romanowski giebt der hiesige Brunnen 108000 Cub. Fuss Wasser in 24 Stunden, während der Hauptbrunnen zu Münster am Stein nur 17280 Cub. Fuss giebt, oder nehmen wir alle dortigen 6 Brunnen zusammen, so erhalten wir nicht mehr als 25920 Cub. Fuss Soole in 24 Stunden. Dieses gäbe für die ausströmenden Wasserquantitäten ein Verhältniss wie 4 : 1. Ziehen wir aber noch die anderen Soolquellen jener Gegend mit hinzu, nämlich die von der Saline Karls- und Theodorshalle, die 64½ Cub. Fuss in der Minute geben, somit in 24 Stunden 92880 Cub. Fuss Soole, so erhalten wir für alle um Kreuznach herum in 24 Stunden 118800 Cub. Fuss Soole, somit annähernd dasselbe Quantum Soole, als hier aus dem einen Bohrloche zu Tage gefördert wird. Nehmen wir ferner für alle Kreuznacher Soolen im Mittel eine 1procentige Soole an, so werden dort in 24 Stunden 33644 Kilogr. fester Bestandtheile aus dem Innern der Erde aufgelöst, während die hiesige Soole in derselben Zeit nur 11895 Kilogr. Salze giebt, was sich dem obigen Verhältnisse von 2,5 : 1 nähert.

Natürlich drängt sich hier die Frage auf, woher diese Quantitäten Salze stammen, oder wie haben wir in genetischer Hinsicht diese Quellen aufzufassen, da durch die ähnliche Zusammensetzung dieser Soolen gewiss eine ähnliche Bildungsweise derselben angenommen werden muss? Hierzu müssen wir einen flüchtigen geognostischen Blick auf die Quellen am rechten Ufer der Nahe werfen und die Ansichten zusammenstellen und beleuchten, die über die Entstehung dieser Quellen mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit aufgestellt sind.

Die Umgebung von Kreuznach zeigt auf den ersten Blick, dass hier vulkanische Kräfte die sedimentären Schichten des Thonschiefers und bunten Sandsteins, die zum grossen Mainzer Becken gehören, gewaltsam verschoben haben und zwar durch das Hervortreten von Porphyrmassen. Aus diesen Schichten kommen auf dem Terrain von ¾ Stunde Weges die verschiedenen Soolquellen, die seit den letzten Decennien eine so grosse Berühmtheit erhalten haben, zu Tage. Die unternommenen Bohrungen haben aber auf das Bestimmteste dargelegt, dass der Ursprung dieser Quellen nicht in den sedimentären Schichten zu suchen ist, sondern dass sie unmittelbar aus den Spalten der Porphyre hervortreten. Dieses wurde nach der Mittheilung des Herrn Dr. Trautwein[1]) am schlagendsten durch ein Bohrloch auf der Saline Theodorshalle gezeigt, wo ein Bohrloch, 7½ Zoll im Durchmesser, bis zur Tiefe von 600 Fuss getrieben wurde und zwar 578 Fuss im Porphyr. In dieser Tiefe erhielt man endlich unter starker Entwickelung von Kohlenwasserstoffgas eine 1,75procentige Soole mit einer Temperatur von 24,4°, wobei der Bohrer plötzlich in eine milde und selbst weiche Schicht eindrang. Ein solches Factum ist schlagend und beweist, dass wir den Ursprung der Quellen nur im oder noch unter dem Phorphyr zu suchen haben. Hiermit stimmen alle Geologen überein; doch wie sich die Bildung der Soole erklären, darüber finden wir verschiedene Auslegungen. Da die Kreuznacher Quellen erst seit dem Jahre 1832 bekannt und in balneologischer Hinsicht berücksichtigt wurden, so finden wir auch erst seit jener Zeit über die Entstehung derselben bestimmte Ansichten hingestellt. Zuerst von Burkart, der entweder einen Auslaugungsprocess der sedimentären Schichten annahm, oder von salzhaltigen Thonmassen, die die Klüfte im Porphyr ausfüllen sollten; doch ein Vorhandensein solcher Massen war nicht bewiesen und konnte auch nicht dargelegt werden. Eingehender betrachtete G. Bischof[2]) diese Quellen, von welchen er durch viele Reactionsversuche darlegte, dass sie durchaus frei von schwefelsauren Salzen seien, und hieraus folgerte, dass sie nicht als Auslaugungsproducte irgend welcher sedimentären Ablagerungen angesehen werden könnten. Dieses führte auf den Porphyr hin, und da durch die Untersuchungen von Löwig und Schweizer im Kreuznacher Porphyr ein constanter Chlorgehalt von 0,1 bis 0,2 % dargelegt worden war, so schien nach Bischof die Entstehung der Quellen bewiesen zu sein. Aus dem Porphyr sollen alle in diesen Quellen nachgewiesenen Salze herstammen, und zwar als ein einfaches Auslaugungsproduct der Gesteinsmassen durch meteorische Niederschläge unter Mithülfe von Kohlensäure.

Gegen diese Theorie spricht sich Karsten[3]) entschieden aus, indem er schreibt: «problematisch ist der Ursprung des Salzes, welches von den Quellen aufgenommen worden ist, die fast nur aus einzelnen Tropfen in den Porphyrklüften zusammenfliessen. Die Annahme, dass der Porphyr durch und durch von Salz durchdrungen sei, welches durch die süssen Wasserquellen ausgelaugt werde, ist völlig ungegründet.» Karsten, der in vielen Fällen

1) l. c. S. 65.
2) G. Bischof. l. c. I. S. 56. 477, 576.
3) Dr. C. Karsten. Lehrbuch der Salinenkunde. Berlin 1846, I, S. 256.

den Salzlagern eine eruptive Entstehung aus den Tiefen der Erde zuschreibt, möchte bei diesen Quellen ein solches Lager, das nach und nach ausgelaugt wird, unter dem Porphyr annehmen. Bischof und Karsten vertreten somit beide die Auslaugungstheorie, nur dass sie das, was ununterbrochen ausgelaugt wird, an verschiedene Stellen hin versetzen. Einen ähnlichen Process für die Bildung dieser Quellen, wie mancher anderer nimmt Ludwig[1]) an. Seine Ansichten lernen wir am besten kennen, wenn wir seine eigenen Worte anführen:

«Das Fehlen oder höchst spärliche Vorkommen der schwefelsauren Salze in den jodhaltigen Wässern, so wie das häufige Auftreten von kohlensaurem Baryt in denselben macht es höchst wahrscheinlich, dass dieselben durch Gänge gewandert sind, in denen Baryt (schwefelsaurer, kohlensaurer Baryt, Barytocalcit etc.) sich finden, durch dessen Einwirkung sie von der etwa vorhandenen Schwefelsäure befreit werden. Es vermag nämlich kohlensaurer Baryt die gelösten schwefelsauren Salze zu zersetzen unter Bildung von beinahe unlöslichem schwefelsaurem Baryt. Die häufige Begleitung des Barytspaths von Silber, — Quecksilber — und Bleierzen (Schwefelsilber, Zinnober, Bleiglanz), die oben geschilderten Vorkommnisse des Jodsilbers, Jodquecksilbers und Jodbleies mit den entsprechenden Schwefelmetallen, endlich das Zusammenvorkommen des Jodnatriums in den Quellen mit kohlensaurem Natron machen es wahrscheinlich, dass der Sitz der die Quellen mit Jod versorgenden Verbindungen in den metallführenden barythaltigen Gängen zu suchen sei. (Ludwig.)»

Sehr schwer wird es aber, ja man möchte sagen unmöglich, sich eine Vorstellung und ein deutliches Bild zu entwickeln, wie man sich derartige Auslaugungsprocesse vorstellen soll, zumal noch damit die entströmende Quelle constant dieselbe Zusammensetzung bei der Untersuchung zeigt. Ist dieses schon bei der Auslaugung von sedimentären Schichten schwer und müssen wir dazu grosse Höhlungen im Innern der Erde annehmen, so ist es, wie gesagt, noch schwerer, sich die Auslaugung eines Porphyrs oder eines unter dem Porphyr liegenden Lagers von Steinsalz vorzustellen. Dieses finden wir auch von Fr. von Alberti[2]) hervorgehoben, indem er der von Bischof aufgestellten Auslaugungstheorie nur sehr enge Grenzen gestattet und die Entstehung der westfälischen Salzquellen aus dem Kreidemergel, wie der von Kreuznach und Münster am Stein aus dem Porphyr und verschiedener anderer einem tief im Innern der Erde ohne Unterbrechung vor sich gehenden chemischen Processe zuschreibt. Führen wir Alberti selbst redend ein:

«Oft finden sich Thermen und Mineralwasser in der Nähe erloschener Vulkane oder in hypogenen Gebirgsmassen und führen alle dieselben Bestandtheile der Gesteine, aus denen sie hervortreten: die Bestandtheile dieser Quellen dem Auslaugen krystallinischer Gesteine zuschreiben zu wollen, stösst auf unüberwindliche Schwierigkeiten; weit einleuchtender ist es mir, dass der Process, welcher die Akromorphen, die Granite, die pyroxenen Gesteine hervorrief, welcher das ewige Feuer, das Erdöl zu Tage fördert und das Spiel der Salsen

1) Dr. H. Ludwig. Die natürlichen Wässer. Erlangen, 1862. S. 147.

2) Fr. v. Alberti. Halurgische Geologie. Stuttgart und Tübingen, 1852. II. S. 189 u. 283.

unterhält, der die Vulkane in Thätigkeit setzt und die Erde in ihren Grundfesten erschüttert, auch die Thermen, die Mineralquellen, selbst einen Theil reines Quellwasser hervorbringe.»

«Jedenfalls sind es chemische Processe, welche die Quelle ernähren, und die Wärme, welche die erstern im Gefolge haben, wird wohl eher die Erhalterin der Thermen sein, als das sogenannte Centralfeuer. Mit Sicherheit ist anzunehmen, dass ein grosser Theil der Thermen durch Wasserdämpfe entstehe, welche bei dem grossen Destillationsprocesse in der Tiefe frei werden, sich condensiren und für sich oder in Verbindung mit atmosphärischem Wasser zu Tage gehen. Manche Schwefelquelle wird ihren Schwefel aus dem Pfuhl erhalten, wo Schwefel entsteht, manches Bitterwasser, wo Dolemite gebildet werden. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass Thermen, auch Soolquellen, wie die von Kreuznach, von Nauenheim u. a. aus der Tiefe, wo plutonische Gesteine, die eigentlichen Mineralwasser mit ihnen auch manche Salzquellen daher emporsteigen, wo Akromorphen entstehen.»

Wie steht nun das aus dem Bohrloche zu St. Petersburg entströmende Wasser diesen Thermen gegenüber? Oben haben wir schon die Gründe aufgeführt, die uns veranlassen mussten, einen einfachen Auslaugungsprocess der sedimentären Schichten als durchaus unhaltbar von der Hand zu weisen, wobei wir uns vorzüglich auf das gänzliche Fehlen der schwefelsauren Salze und auf das Vorkommen von kohlensaurem Baryt stützten. Sollten wir aber tiefer in das Innere der Erde gehen und einen Auslaugungsprocess des Granits gestatten oder von metallführenden Gängen in demselben, wie es Ludwig hinstellt, so sprechen durchaus keine Thatsachen dafür, da wir in dem finnischen Granit, den wir als Untergrund unter den sedimentären Schichten erbohrt haben, weder die Gegenwart von Chlor und Chlorverbindungen nachweisen können, noch einen Gehalt an Baryt in irgend welcher Verbindung kennen. Durchmustern wir hierzu das Verzeichniss der in Finnland gefundenen Mineralien, nach den Angaben von A. Nordenskiöld[1]), so zeigt sich, dass in Finnland bis jetzt nirgends ein Mineral, das barythaltig ist, gefunden und bekannt geworden ist. Ebenso wenig kennen wir irgend welche jodhaltige Mineralien, wie Jodsilber, Jodquecksilber, um aus diesen den Jodgehalt nach Ludwig erklären zu können. Natürlich bleibt es jetzt von grösstem Interesse für den Mineralogen, die Aufmerksamkeit auf derartige Verbindungen in Finnland hin zu richten, indem dieselben vielleicht mit der Zeit noch nachgewiesen werden können, da sie bis jetzt der kleinen Quantitäten wegen übersehen sein könnten. So lange aber dieses nicht geschehen ist, haben wir im Granit gewiss nicht die Bildung unserer Quelle zu suchen. Ebenso wenig liegen irgend welche Gründe vor, um unter dem Granit — in welcher Tiefe natürlich, bliebe auch unbestimmt — irgend ein Lager von Salzen, die ausgelaugt werden, anzunehmen. Dieses führt uns dann zur letzten Hypothese, zu derjenigen eines grossartigen Processes im Innern der Erde, wie ihn Alberti aufgestellt hat. Hiermit steigen wir in eine schwindelnde Tiefe hinab, in der Alles dunkel und der menschlichen

1) A. Nordenskiöld. Beskrifning öfver de i Finland funna Mineralier. Helsingfors 1855.

Phantasie der grösste Spielraum gestattet ist, indem diese derartige geheimnissvolle Processe, je nach der Lebendigkeit, mit der sie dieselben auffasst, unter den verschiedensten Farben hinstellt, denn jede sichere Vorstellung für solche Vorgänge und ein Massstab für dieselben fehlt uns gänzlich. Nur so viel steht fest, dass, wenn wir die Bildung gewisser Quellen ins Innere der Erde hin versetzen müssen, diese Processe sehr verschiedener Art sein können, doch ein jeder wiederum in seiner Art ununterbrochen sich gleichbleibend, denn sonst müssten sich Schwankuugen in der Zussammensetzung solcher Quellen herausstellen, die bis jetzt noch nicht bemerkt worden sind. Bei Quellen dagegen, die wir einem einfachen Auslaugungsprocesse zuschreiben müssen, kennen wir, gestützt auf chemische Untersuchungen, dass Veränderungen in der Zusammensetzung mit der Zeit vorkommen. Hierfür liefern uns Belege[1]) die Soolquellen von Halle und der Saline Schönebeck bei Magdeburg und vorzüglich die Quellen des westfälischen Kreidegebirges durch die Arbeit von Aug. Huyssen[2]), welche die Ansichten von Fr. v. Alberti in Bezug dieser Quellen aufs Schlagendste wiederlegt.

Wir nehmen somit für die Entstehung dieser Quellen einen grossartigen Process an, der ohne Unterbrechnng im Innern der Erde vorgeht. Die Producte dieses Processes können durchaus verschiedenartige sein; wir kennen von denselben nur ein einziges, nämlich die Quelle, die durch Spalten aus der festen Erdrinde hervordringt und die je nach der Länge des Weges, den das Wasser in diesen Spalten zu durchwandern hat, eine verschiedene Temperatur zeigt. Auf diesem Wege treten keine oder nur höchst unmerkliche Veränderungen in der Zusammensetzung der Quelle ein, so dass es ganz einerlei ist, ob die Quelle durch Granit, Porphyr oder durch sedimentäre Ablagerungen entströmt; ihre Zusammensetzung kann durchaus dieselbe bleiben.

Diesen ausgesprochenen Ansichten möchten wir noch eine grössere Ausdehnung geben und zugleich durch andere Facta noch mehr unterstützen. Hierzu müssen wir in den Kreis unserer Betrachtungen noch die Zusammensetzung dreier verschiedener Thermalquellen ziehen und mit obigen Resultaten vergleichen. Diese Quellen haben wir weit von hier zu suchen, nämlich zwei in der heissen Zone auf der Insel Java und die dritte in Pennsylvanien. Man wird sich vielleicht über die Wahl gerade dieser Quellen wundern, doch auf diese führte zuerst das vollkommene Fehlen der schwefelsauren Salze unter der Zahl der festen Bestandtheile und ausserdem noch überhaupt das ähnliche Bild ihrer Zusammensetzung hin. Durch die Arbeiten von P. J. Maier[3]) und J. C. Bernelot-Moens kennen wir die Zusammensetzung zweier Thermalwasser Niederländisch-Indiens von der Insel Java, wo diese Quellen am östlichen Fuss des Goenoeng Tjerimai bei Dessa Sangkanoerip (Residentie Cheribon) zu Tage kommen. Aus dem Mitgetheilten entnehmen wir:

1) Alberti. l. c. II. 188.

2) Aug. Huyssen. Die Soolquellen des Westfälischen Kreidegebirges, ihr Vorkommen und muthmaasslicher Ursprung. Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesel. 1855. VII. 17. 567.

3) Jahresbericht der Chemie, 1861, S. 1113, oder Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie. Deel XXIII. 378.

	Therme I.		II.
Temperatur	46°,3 C.	—	39°,2 C.
Spec. Gewicht bei 27° C.	1,00236	—	1,0036

In 10000 Theilen sind enthalten:

Chlornatrium	32,971	—	32,896
Chlorkalium	3,683	—	3,569
Chlorcalcium.	5,922	—	5,501
Chlormagnesium	3,645	—	3,432
Kohlensaure Kalkerde .	1,039	—	1,653
« Magnesia .	0,361	—	0,535
« Eisenoxydul	0,087	—	0,036
Kieselsäure	1,296	—	1,383
Kohlensäure	nicht bestimmt.		
Thonerde	Spuren		
Jodmagnesium	Spuren		
Borsaures Natron . . .	Spuren		
Summe.	49,004	—	49,005

Die dritte Quelle ist das Soolwasser aus einem Bohrloche des Alleghany- und Kiskeminetas-Thales (von der Peterson'schen Saline bei Tarentum in Pennsylvanien), welche neben Petroleum noch brennbare Gase (wesentlich Sumpfgas) in reichlicher Menge mit sich führt.

In dieser Gegend finden sich mehr als 30 Bohrlöcher von 400 bis 1200 Fuss Tiefe, alle im Flötzgebirge angelegt, in welchem man weder Steinsalzlager noch Gypslager nachweisen konnte. In ihren qualitativen Verhältnissen sind alle diese Soolen gleich, unterscheiden sich aber in den Mengen der Bestandtheile; die spec. Gew. derselben wechseln zwischen 1,0175 und 1,098. Dr. E. Stieren[1]), dem wir die Untersuchung dieser Quellen verdanken, stellt als unzweifelhaft hin, dass die Entstehung derselben als ein Auslaugungsprocess der Mergel, Thonarten und Sandsteine jener Schichten angesehen werden muss, zumal da man im Sandstein die Gegenwart der kohlensauren Kalkerde, wie des kohlensauren Baryt und des Strontian nachweisen kann, welche Verbindungen wir unter den Bestandtheilen der Quelle wiederfinden. Dieser Grund ist aber nicht entscheidend, da das Vorkommen jener Verbindungen im Sandstein nur als die Folge der aus einer grösseren Tiefe hier aufsteigenden Wasser angesehen werden kann. Sehr zu bedauern ist es, dass über das Vorkommen von schwefelsauren Salzen in den dortigen Schichten nichts mitgetheilt worden ist, da durch dieselben die Entscheidung der aufgestellten Ansicht näher gebracht worden

1) Jahresbericht der Chemie, 1861. S. 1112, oder Vierteljahresschrift pr. Pharm. X. 365.

wäre. Dr. E. Stieren, der die Soolen aus mehreren Bohrlöchern untersucht hat, theilt nur von einer mit, dass die

Temperatur der Soole	17,°5 C.
Specifisches Gewicht bei 18,°5	1,0352

und in 1000 Theilen der Soole enthalten sind:

Chlornatrium	32,978
Chlorkalium	0,041
Chlorammonium	0,007
Chlorbaryum	0,006
Chlorstrontium	0,096
Chlorcalcium	8,578
Chlormagnesium	2,166
Brommagnesium	0,115
Jodcalcium	0,080
Kohlensaurer Baryt	0,004
Kohlensaures Strontian	0,059
Kohlensaure Kalkerde	2,764
« Magnesia	1,376
« Eisenoxydul	0,038
« Manganoxydul	Spuren
Thon	0,041
Kieselsäure	0,102
	48,451
Kohlensäure	1,961
Summe	50,412

Der Vergleich dieser Zahlenwerthe mit denjenigen des hiesigen artesischen Wassers III und der Soolquellen von Kreuznach und der von Münster am Stein zeigt uns gleich eine Aehnlichkeit in der Zusammensetzung. Um aber diesen Vergleich weiter führen zu können, wollen wir die Analysen aller dieser Quellen in der Weise zusammenstellen, dass wir berechnen, wie viel von den einzelnen Bestandtheilen im Wasser vorhanden sind, wenn wir den Gehalt an Chlor = 100 setzen. Wir nehmen hierbei natürlich nur auf die Hauptbestandtheile Rücksicht, indem die Salze, die nur in kleinen untergeordneten Quantitäten vorkommen, auf das Endresultat und auf die Schlussfolgerungen von keinem Einfluss sein können. In der hier folgenden Tabelle finden wir das Ausgesprochene zusammengestellt.

Bezeichnung der Therme.	St. Petersburg. III.	Kreuznach. Elisenquelle.	Münster a. St.	Java. I.	II.	Pennsylvanien.
Temperatur. C.	9°,75	12°,5	30°,6	46°,3	39°,2	17°,5
Specifisches Gewicht	1,0030	—	1,0072	1,0024	1,0036	1,0352
In 10000 Theilen Wasser	39,573	123,43	99,904	49,004	49,005	504,128
Wenn Chlor = 100, so sind:						
Kieselsäure	0,51	0,25	0,15	4,58	4,98	0,46
Kali	1,71	0,70	1,84	8,20	8,10	0,09
Natron	75,48	68,90	70,91	61,84	62,82	64,57
Kalkerde	7,23	13,68	13,29	12,63	13,12	21,78
Magnesia	4,83	3,05	1,34	6,03	6,03	5,75
Summe der Oxyde	89,25	86,33	87,38	88,70	90,07	92,19

Zu welchen Schlüssen berechtigt uns diese Zusammenstellung? Hierzu müssen wir uns vergegenwärtigen, dass, so lange man bei den Untersuchungen des Wassers aus verschiedenen Gegenden des Weltmeeres nur die für einen bestimmten Salzgehalt gefundenen Resultate hinstellte, man durchaus nicht zu den allgemeinen Schlüssen gelangte, die sich zeigten, als man unter Annahme eines Chlorgehalts = 100 das relative Verhältniss der anderen Bestandtheile berechnete und zusammenstellte. Hierdurch zeigte uns, wie schon oben gesagt wurde, zuerst Forchhammer, dass einerlei, aus welcher Gegend des Weltmeeres — ob aus dem hohen Norden, wo beständig grosse Eismassen hin und her getrieben werden, oder aus den heissen Zonen, wo unter den senkrecht auffallenden Sonnenstrahlen die Wasserverdunstung eine so überaus grosse ist, oder ob aus einem mehr abgeschlossenen Busen des Weltmeeres, wie aus dem Mittelländischen Meere, oder aus der Ostsee, oder noch schlagender aus dem Rothen Meere — und wie gross auch der Unterschied im Salzgehalte sein mag — das relative Verhältniss der einzelnen Bestandtheile nur mit kleinen Schwankungen immer ein gleiches sei. Am deutlichsten stellt sich dieses in Bezug der Schwefelsäure heraus. Alle Abweichungen der einzelnen Untersuchungen von dem Mittelwerthe müssen wir theils durch die bei den Analysen unvermeidlichen Fehler (zumal durch die Anwendung verschiedener Methoden in der Analyse), theils durch örtliche Einflüsse aufs Meerwasser, die jetzt noch nicht näher in Betracht gezogen sind, erklären. Diese Gesetzmässigkeit der Vertheilung der feuerfesten Bestandtheile im Weltmeere können wir nur durch ein ununterbrochenes Bestreben, das Gleichgewicht der einzelnen Bestandtheile immer wieder herzustellen, das sich uns theils durch verschiedene Strömungen, theils durch das organische Leben im Meere kund giebt, erklären.

Betrachten wir in ähnlicher Weise die aufgeführten Resultate der sechs verschiedenen Quellen, so finden wir zuerst eine auffallende Uebereinstimmung in der Summe der Oxyde, doch diese nähert sich natürlich auch derjenigen, die wir aus 27 Bestimmungen im Mittel

zu 92,39 für das Wasser der Ostsee abgeleitet haben. Bei den einzelnen Bestandtheilen finden wir in diesen Quellen ein Vorwalten der Kalkerde, dafür aber ein Zurücktreten der Magnesia, somit gerade das entgegengesetzte Verhältniss von demjenigen im Weltmeere. In Bezug des Kali und Natron sind Schwankungen, die aber durchaus nicht grösser sind als diejenigen, die wir bei denselben Körpern aus dem Weltmeere angetroffen haben. Halten wir nun noch das allgemeine Bild der Zusammensetzung dieser Quellen fest, wobei wir noch einmal das gänzliche Fehlen der schwefelsauren Salze besonders hervorheben, so werden wir zu dem Schlusse geführt, dass diese Quellen in genetischer Hinsicht zusammen gehören und durchaus nicht mit dem Weltmeere in Verbindung gebracht werden können.

Hierauf gestützt können wir aus obigen Resultaten der sechs Quellen einen Mittelwerth ableiten und finden dann, dass, wenn Chlor = 100 gesetzt wird, so ist:

Kieselsäure	1,81
Kali	3,44
Natron	67,39
Kalkerde	13,63
Magnesia	4,51
Summe der Oxyde	88,97

Hiermit bezeichnen wir, dass diese sechs Quellen und eben so alle diejenigen, die sich einem solchen relativen Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile bei vollständiger Abwesenheit der Schwefelsäure nähern, ihrer Entstehung nach zusammen gehören. Wir verlegen für dieselben den Heerd des Bildungsprocesses tief ins Innere der Erde.

Ob wir aber dort, eben so wie im Weltmeere, grosse Strömungen von Wassermassen annehmen sollen, die an verschiedenen Stellen aus dem Innern der Erde zu Tage kommen, oder ob derselbe Bildungsprocess, um Quellen von gleicher Zusammensetzung hervorzubringen, sich an verschiedenen Stellen im Innern der Erde wiederholt, das vermögen wir durchaus nicht zu bestimmen.

Wir haben hier eine Hypothese aufgestellt, die nur durch neue Facta dieser und ähnlicher allgemeiner Gesetzlichkeiten eine grössere Wahrscheinlichkeit erhalten kann. Hierüber müssen fernere Arbeiten auf dem Gebiete der Quellen-Untersuchungen entscheiden, bei welchen sich auch herausstellen wird, dass, wie die Natur in ihrer unendlichen Mannigfaltigkeit bestimmten Gesetzen folgt, sich auch diese in den Quellen abspiegeln.

Sind wir so zum Abschluss unserer Betrachtungen gekommen, und haben sich dieselben fast ausschliesslich mit der Entstehung des dritten artesischen Wassers beschäftigt, dem wir dem Gesagten nach gleichsam eine Art vulkanischen Ursprungs zuweisen, mit diesem Ausdrucke aber gewiss nichts weiter bezeichnen wollen, als einen bestimmten Process im Schosse der Erde, so knüpft sich jetzt noch die Frage an, wie wir uns die Entste-

hung der beiden anderen Wasser vorzustellen haben, von welchen das eine bei einer Tiefe von 388 Fuss, das andere aber schon bei 77 Fuss Tiefe erbohrt wurde, und beide Grundwasser sich auch durch das Fehlen der schwefelsauren Salze auszeichneten. Eine Beantwortung dieser aufgeworfenen Frage ist schwer, theils unmöglich, da die Untersuchung dieser Wasser nicht so weit ausgedehnt werden konnte, als nach der Zusammensetzung derselben und nach der Erbohrung des dritten Grundwassers wünschenswerth gewesen wäre. Man ging aber mit den Bohrarbeiten fast ohne Unterbrechung weiter, in der Hoffnung, mit der Tiefe ein weit glänzenderes Resultat zu erlangen. Theils wird die Beantwortung dadurch erschwert, dass durch geognostische Untersuchungen die Lagerungsverhältnisse der durchsenkten sedimentären Schichten zu den anderen Schichten der untersilurischen Formation nicht festgestellt worden sind, zumal nicht die Neigung derselben. Trotz dieser Mängel unserer Erfahrungen müssen wir aber als ausgemacht hinstellen, dass die beiden Grundwasser nicht als einfache Auslaugungsprocesse irgend welcher sedimentären Schichten hiesiger Gegend angesehen werden dürfen, denn sonst müssten die unvermeidlichen schwefelsauren Salze in ihnen auftreten. Viel wahrscheinlicher ist es, diese beiden Wasser mit dem dritten Grundwasser in Zusammenhang zu bringen. Das Wasser III. dringt durch Spalten, die wir im Thonlager anzunehmen haben, in die Höhe und breitet sich dort in der Sandschicht aus, wo es durch eine Einfiltration von meteorischem Wasser verdünnt wird. Diese Seitenfiltration geschieht nicht durch sedimentäre Thonschichten, sondern längs den die Thonschichten trennenden Sandschichten, deren Ausgehende wir, ebenso wie die der Thone entweder in Finnland, oder nordöstlich von St. Petersburg im Gebiete des Ladogasees zu suchen haben. Durch diese Sandschichten werden die Meteorwasser mit ihren Auslaugungsproducten aus dem Granit hindurch geführt, vermischen sich mit dem aus grösserer Tiefe herauftretenden Wasser und bilden so zuerst das Grundwasser II. Wollen wir uns dieses durch Zahlenwerthe noch veranschaulichen, so können wir hierzu als Typus des Auslaugungsprocesses der Granite Finnlands die Zusammensetzung der Quelle von Monrepos bei Wiborg hinstellen. Nach einer Untersuchung dieses Quellwassers durch H. Björklund [1]) finden wir in 10000 Theilen desselben nur 0,2156 Theile feuerfeste Bestandtheile, in welchen 0,1333 Theile Kieselsäure als Hauptbestandtheil enthalten sind.

Nun wissen wir aber, dass in 10000 Theilen

enthalten sind:

	des Wassers III.	u. des Wassers von Monrepos.
Chlor	22,606	0,0082
Kieselsäure	0,115	0,1333
Kali	0,386	0,0103
Natron	17,067	0,0235
Kalkerde	1,634	0,0148

1) O. A. Björklund. Die Quelle zu Monrepos. St. Petersburg 1862.

Magnesia	1,093	0,0056
Schwefelsäure	—	0,0043
Thonerde	—	0,0173
Summe der Oxyde . .	42,901	0,2173
min. O-Aeq. des Chlors	5,098	0,0018
	37,803	0,2165

Würden sich nun die beiden Wasser in gleichen Quantitäten mit einander vermischen, so müssten wir als Resultat in 10000 Theilen eines solchen Wassers finden:

Chlor.	11,307
Kieselsäure.	0,124
Kali	0,198
Natron.	8,545
Kalkerde.	0,824
Magnesia	0,549
Schwefelsäure	0,002
Thonerde.	0,008
	21,557
minus O-Aequivalent des Chlors .	2,550
	19,007

Vergleichen wir mit diesem Resultate die Zusammensetzung des Wassers II., wie dieselbe Seite 14 hingestellt ist, so finden wir in der Summe der festen Bestandtheile eine auffallende Uebereinstimmung, indem wir dort nach Abzug der Kohlensäure 20,761 Theile gefunden haben. Um aber die in der Quelle von Monrepos aufgeführte Quantität Schwefelsäure als eine unlösliche Verbindung abzuscheiden, würde die im artesischen Wasser III. nachgewiesene Quantität von Baryt = 0,0164 mehr als hinreichend sein, ja es bliebe noch ein Theil von Baryt in der Auflösung, der, wenn unter solcher Annahme die Bildung des Wassers II. wirklich erfolgen sollte, durch eine genaue chemische Analyse nachgewiesen werden müsste.

Lassen wir uns von solchen Speculationen noch weiter hinziehen, so können wir, um die Bildung des Wassers I. zu erklären, eine Wiederholung desselben Mischungsprocesses, nur in einem anderen Verhältnisse annehmen.

Das Wasser II. hat nämlich nur nöthig, sich mit ungefähr 2 Theilen eines Wassers, das die Zusammensetzung der Quelle von Monrepos zeigt, zu vermischen, um als Product annäherungsweise das Wasser I. zu geben. Dieses sieht man am besten aus den nachfolgenden Zahlen.

	Wasser II. in 10000 Theilen.	Quelle von Monrepos in 20000 Theilen.	in der Summe in 10000 Theilen Wasser.	Wasser I.
Chlor	11,307	0,0164	3,774	1,730
Kieselsäure	0,124	0,2666	0,130	0,200
Kali	0,198	0,0206	0,073	0,225
Natron	8,545	0,0470	2,864	3,483
Kalkerde	0,824	0,0296	0,284	0,794
Magnesia	0,549	0,0112	0,187	0,342
Schwefelsäure	0,002	0,0086	0,003	—
Thonerde	0,008	0,0346	0,014	—
	21,557	0,4346	7,329	6,774
minus O-Aeq. des Chlors	2,550	0,0036	0,851	0,390
	19,007	0,4310	6,478	6,384

Wie wir sehen, stimmt die Summe der festen Bestandtheile sehr genau mit der Berechnung überein, doch beim Vergleich der Quantitäten der einzelnen Körper stellen sich Unterschiede heraus, die nicht zu erklären sind. So finden wir nach der Berechnung den Gehalt an Chlor viel zu gross, während dagegen die Quantitäten der Oxyde durchgängig sich als zu gering ergeben haben.

Als Schluss dieser Betrachtungen über die Genesis der artesischen Wasser in St. Petersburg müssen wir jetzt noch auf die Untersuchungen am Bohrbrunnen aufmerksam machen, die bedingt durch die Wichtigkeit der hiesigen Erbohrung unternommen werden müssen, um für oder gegen die oben niedergelegten Ansichten zu sprechen.

An diese Untersuchungen kann aber erst gedacht werden, wenn alle technischen Arbeiten am Bohrbrunnen beendigt sind, so dass man vor Veränderungen im Wasser, hervorgebracht durch Zufälligkeiten aus den höheren Schichten, so viel als möglich sicher gestellt ist. Ist dieses erreicht, was hoffentlich auch bald in Aussicht steht, so wären mit dem artesischen Wasser folgende Untersuchungen theils noch auszuführen, theils nur zu wiederholen:

1) Nach einem einmaligen, durchaus vorläufigen Versuche ist durch den Oberstlieutenant Romanowski annäherungsweise das aus dem Bohrloche in 24 Stunden herausströmende Quantum Wasser zu 108000 Cub. Fuss bestimmt worden. Diese Angabe müsste durch neue Bestimmungen nicht nur genauer ermittelt werden, sondern durch eine fortlaufende Reihe, die in bestimmten Zeitintervallen auszuführen ist, müsste gezeigt werden, ob das Wasserquantum ein constantes ist, oder nicht. Sollten sich in demselben Schwankungen herausstellen, so wären dieselben mit den meteorologischen Erscheinungen unserer Gegend zusammenzustellen. Es könnte sich, um ein Beispiel aufzuführen, zeigen, dass nach dem Frühling, oder nach dem Herbst, oder überhaupt nach anhaltenden Regenzeiten das entströmende Wasserquantum zunähme und ebenso die

entgegengesetzte Erscheinung nach trockener Witterung. Natürlich wäre es, dass solche Einflüsse, wenn sie sich herausstellen sollten, und die zum Theil gegen unsere ausgesprochene Ansicht zeugen würden, sich nicht unmittelbar während der Zeit der reichlicheren meteorischen Wasserniederschläge, oder während der trockenen Zeit selbst zeigen würden, sondern erst nach dem Verlauf bestimmter Zeiten, die von der Schnelligkeit abhängig sein würden, mit welcher sich die meteorischen Wasser durch die zu passirenden Gesteinsmassen hindurchbewegen können. Je schneller dieser Durchsickerungsprocess vor sich gehen sollte, um desto schneller der Einfluss der Meteorwasser, und umgekehrt.

2) In unmittelbarem Zusammenhange mit dem Wasserquantum stände dann die Bestimmung der Temperatur des artesischen Wassers. Diese kennen wir bis jetzt nach einem einzigen Versuche zu 9°,75 C., wie schon oben angeführt worden war. Sollten Schwankungen in der Temperatur des Wassers im Verlaufe der verschiedenen Jahreszeiten vorkommen, so würde sich ohne Zweifel darin eine gewisse Gesetzmässigkeit zeigen, die zu wichtigen Schlussfolgerungen hinführen müsste. Wir wissen nämlich, dass bei Quellen, die nachweisbar unter dem Einflusse der Meteorwasser stehen, in ihrer Temperatur ein Maximum und ein Minimum beobachtet werden kann, die aber durchaus nicht mit demjenigen des Orts zusammenfallen, sondern um mehrere Monate auseinander liegen.

3) In chemischer Hinsicht müssen wir hier ganz besonders eine sorgfältige Untersuchung der Gase, die mit dem Wasser hervorkommen, als durchaus nothwendig aufführen. Auf diese so wichtigen Bestandtheile eines jeden Wassers ist hier bis jetzt durchaus keine Rücksicht genommen worden, weil dazu die Verhältnisse am Brunnen zu ungünstig waren. Die hohe Wichtigkeit einer Gasanalyse müssen wir besonders hervorheben, indem wir von dieser die schlagendsten Beweise für oder gegen unsere oben hingestellten und auseinander gesetzten Ansichten erwarten müssen. Wir haben nämlich das artesische Wasser III. den festen Bestandtheilen nach mit anderen Quellen verglichen, und bei diesen sind theils nur qualitativ, theils selbst quantitativ die Gase untersucht worden. Bei diesen Analysen hat es sich dann gezeigt, dass alle diese Quellen mehr oder weniger Kohlenwasserstoffgase neben Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff mit sich führen. Sollte unsere Aufstellung der Genesis des artesischen Wassers hier eine richtige sein, so müssten sich höchst wahrscheinlich auch hier Kohlenwasserstoffgase nachweisen lassen. Eine Entscheidung dieser Frage durch eine Untersuchung ist somit von Bedeutung, und hoffentlich liegt die Lösung derselben nicht mehr fern.

4) Ferner müsste zu bestimmten Zeiten, die natürlich von anderen Erscheinungen abhängig sind und somit hier noch nicht festgestellt werden können, eine chemische Untersuchung der festen Bestandtheile des Wassers vorgenommen und ausgeführt werden, um hierdurch die Beständigkeit oder mögliche Veränderungen in der Zusam-

mensetzung der Quelle festzustellen. Eine chemische Mineralwasser-Analyse ist aber keine leichte und schnelle Arbeit, zumal eine vollständige, so dass diese nur selten ausgeführt werden kann. Um aber bestimmte Anhaltspunkte hierfür zu erhalten, wäre es nur nöthig, wenn man zu bestimmten Zeiten den Gehalt des Wassers an Chlor durch eine Silberlösung titriren würde. Eine solche Bestimmung kann rasch und dabei auch mit grösster Schärfe ausgeführt werden. Sollte sich der Salzgehalt oder nur das relative Verhältniss der einzelnen Bestandtheile im artesischen Wasser ändern, so müsste sich dieses augenblicklich durch eine Chlorbestimmung herausstellen; dann müssten noch andere Körper aus dem Wasser quantitativ bestimmt werden, und zwar zuerst die Kalkerde und Magnesia. Hierbei dürfte ferner eine Prüfung des Quellwassers auf Schwefelsäure nicht ausser Acht gelassen werden; denn statuiren wir überhaupt die Möglichkeit von Veränderungen in den Salzen des Wassers, so könnte ja auch dieser Körper hin und wieder auftreten.

5) Endlich müssen wir bezeichnen, dass die Thatsachen, die wir aus den vorliegenden Untersuchungen schon abgeleitet und gewonnen haben, es als im höchsten Grade wünschenswerth hinstellen, dass auch andere Quellen der hiesigen Gegenden einer chemischen Analyse unterworfen werden möchten, um hierdurch eine Hydrologie unserer nordischen Gegend anzubahnen. Ausserdem liesse sich nur auf diesem Wege der Nachweis liefern, ob nicht die in St. Petersburg jüngst erbohrten Wasser schon von Alters her in irgend welchen anderen Gegenden als natürliche Quellen zu Tage gekommen sind.

Vierte Abtheilung.

Wichtigkeit der Erbohrung artesischer Wasser in St. Petersburg.

Wir haben durch die Resultate der Bohrungen kennen gelernt, dass man in drei verschiedenen Tiefen aus dem Innern der Erde drei verschiedene Wasseradern erbohren kann, von welchen die erste ein gutes Trinkwasser giebt, während die anderen beiden aus grösserer Tiefe als schwache Soolen bezeichnet werden müssen. Hieraus folgt, dass man sich, einerlei wo in St. Petersburg, ob in der unmittelbaren Nähe der Newa, oder weit von derselben ab, immer eine Wasserquelle verschaffen kann, ohne einzig und allein auf den Fluss und die verschiedenen die Stadt durchschneidenden Kanäle angewiesen zu sein. Man hat nämlich nur nöthig, die erste Thonablagerung zu durchbohren, somit nach dem oben aufgeführten Bohrregister bis zur Tiefe von 77 Fuss zu gehen, und man hat ein Wasser. Dieses

Wasser ist freilich kein freiwillig abfliessendes, geschweige ein herausspringendes, doch immer ein Wasser, das man unter Anwendung von Pumpen bis zur Oberfläche, oder so hoch man will, heben kann. Das Wasserquantum, das ein solches Bohrloch in einer bestimmten Zeit liefern kann, ist leider nicht genau ermittelt; doch so viel steht fest, dass es hinreichend sein würde, um das Bedürfniss an Wasser für viele Menschen ununterbrochen zu befriedigen. Es wäre desswegen in gesundheitlicher Beziehung sehr anzurathen, dass von Seiten der Stadt an verschiedenen Stellen Bohrbrunnen bis zu diesem Wasserhorizonte angelegt werden möchten, um dann diese durch zweckmässig eingerichtete Pumpen dem Publikum zur Benutzung eines guten Trinkwassers zu übergeben.

Aber, wird man fragen, das Wasser aus der Newa, das durch die neue Wasserleitung nach allen Richtungen hin durch die Stadt geleitet worden ist? Dieses ist eine Thatsache, die in den letzten Zeiten erreicht worden ist. Wir wollen aber mit dieser Bevorwortung eines Anlegens von Bohrbrunnen durchaus nicht jener Wasserleitung zu nahe treten, sondern nur hervorheben, dass es viele Einwohner, zumal Fremde, in unserer Hauptstadt giebt, die den Genuss des Newawassers durchaus nicht vertragen können. Diesen Miteinwohnern würde somit durch solche Brunnen ein Wasser dargeboten werden können, das sie vertragen und in welchem sie eine Labung finden könnten.

Sollte zu solchen Brunnenanlagen geschritten werden, so ist es bestimmt, dass man auf jeden Fall auf die Wasserader kommen wird, wenn auch nicht überall bei 77 Fuss Tiefe, da man durch das gegenwärtige Bohrloch noch nicht die Neigung der Schichten bestimmen kann; höchst wahrscheinlich aber würde der etwaige Unterschied gewiss kein sehr grosser sein.

Unabhängig von der Stadtverwaltung ist aber auch jeder Hausbesitzer auf die einfachste Art und Weise in den Stand gesetzt, für sein Haus ein gutes, gesundes Wasser zu erhalten. Er hat nämlich nur nöthig, am besten im Kellerraum seines Hauses, ein Bohrloch niederführen zu lassen und das hierdurch erbohrte Wasser nach allen Richtungen hin im Hause herumzuführen. Der Hausbesitzer steht dann in Bezug seiner Wasserversorgung ganz unabhängig da, hat eine unversiegbare Quelle und die Anlagekosten wären nicht so gross, als eine Röhrenleitung aus der Newa, ja selbst als eine aus den Röhren der Gesellschaft der Wasserleitung. Zu derartigen Bohrungen sind, was noch besonders zu merken ist, durchaus kein Bohrthurm, noch besondere Vorrichtungen nöthig, die Arbeit kann mit Leichtigkeit ausgeführt werden, und die Ausgaben belaufen sich höchstens auf einige Hundert Rubel.

Natürlich ist es aber, dass der Anlage solcher Bohrbrunnen eine bestimmte Gränze der Zahl nach gesetzt werden müsste, denn wollten sich alle Hauseigenthümer ohne Ausnahme solche Ziehbrunnen anlegen lassen, so könnte der Fall sich ereignen, dass Niemand das Wasserquantum erhalten würde, das er erwartet hat. Hierüber bestimmte Vorschläge hinstellen zu wollen, wäre zu früh, da Erfahrungen aus der Praxis darüber nur entscheiden können.

Das zweite Grundwasser aus 388 Fuss Tiefe bietet nur ein rein wissenschaftliches Interesse; für den Haushalt der Einwohner aber durchaus keins, da es erstlich nicht in reichlicher Menge hervorkommt und ausserdem noch, weil es durch den nachgewiesenen Salzgehalt aus der Reihe der Süsswasser heraustritt.

Desto wichtiger ist aber das Grundwasser III., das aus 522 Fuss Tiefe hervortritt, und dessen Ansammlungshorizont 136 Fuss Mächtigkeit zeigt. Dieses Wasser gehört nach der oben aufgeführten Analyse zu den schwachen Mineralwassern und kann schon aus diesem Grunde zu den gewöhnlichen Zwecken im Haushalte der Einwohner von St. Petersburg nicht benutzt werden. So ist es als Trinkwasser nicht zu gebrauchen, da sich beim beständigen Genusse desselben durch die Gegenwart und Einwirkung der Salze abführende, schwächende Einflüsse auf den Unterleib zeigen müssen, was sich auch in den letzten Zeiten sowohl bei den Arbeitern am Bohrbrunnen, als auch bei anderen Personen herausgestellt hat. Zum Kochen von Speisen ist es eben so wenig anzuwenden, da sich die kohlensauren Salze hierbei niederschlagen würden und der nachtheilige Einfluss dieser Salze für eine gute Küche hinreichend bekannt ist. Hierzu wird man immer das überaus reine Wasser der Newa nehmen, das von keinem anderen Wasser ersetzt werden kann. Ein Gleiches gilt in Bezug der Reinigung der Wäsche, da sich hier alle die Erscheinungen, nur noch in einem grösseren Massstabe, zeigen würden, die alle sogenannten harten Wasser zu Seifenlösungen besitzen.

Eine Benutzung im Haushalte der Einwohner unserer Hauptstadt können wir aber dennoch anführen, die uns zugleich einen schlagenden Beweis des speculativen Sinnes der handelnden Klasse giebt. Wie bekannt werden hier im Herbste eines jeden Jahres frische Gurken in grossen Massen eingesalzen, da diese eine sehr beliebte Nahrung, zumal bei der niederen Klasse der Einwohner bilden. Zu diesem Einsalzen verbraucht man nicht unbedeutende Quantitäten Kochsalz und um hierbei ein Ersparniss an Salz zu machen, kamen einige Handelnde auf den Gedanken, hierzu das Wasser des artesischen Brunnens zu benutzen und sollen es auch in der That ausgeführt haben. Wie gross dabei das Ersparniss an Kochsalz war, ist schwer zu bestimmen, doch auf jeden Fall muss es hinreichend gewesen sein, um die unmittelbaren Ausgaben für das Holen des artesischen Wassers zu decken.

In dieser Benutzung des Wassers sehen wir auf die vorhandenen Chlormetalle, zumal auf das Chlornatrium Rücksicht genommen und dieses lässt die Frage auftauchen, ob man nicht das Wasser im Grossen direct zur Gewinnung des Kochsalzes versieden könnte. Sollte sich ein solches Unternehmen als günstig herausstellen, so wären wir hier in Bezug des Kochsalzes, das wir jetzt ausschliesslich durch den ausländischen Handel erhalten, unabhängig hingestellt. Um diese aufgeworfene Frage weiter verfolgen zu können, müssen wir einige Zahlenangaben vorführen.

Nehmen wir bei dieser Betrachtung nur auf die Hauptstadt Rücksicht, so finden wir in derselben in runder Zahl $\frac{1}{2}$ Million Einwohner, und rechnen wir auf jeden Kopf einen

durchschnittlichen Verbrauch von 20 Pfund Kochsalz per Jahr, so gäbe dies für alle ein Consum von 10 Millionen Pfund. Ein solches Quantum müssten wir aus der hiesigen Soole mit Vortheil gewinnen können. Aus der Seite 18 aufgeführten Analyse wissen wir, dass in 10000 Theilen des artesischen Wassers 32 Theile Kochsalz (Chlornatrium und Chlorkalium) enthalten sind, die gewonnen, während die anderen Salze als Nebenproducte abgeschieden werden müssten. Ferner haben wir kennen gelernt, dass im Verlauf von 24 Stunden durch das Wasser ungefähr 726 Pud = 29040 Pfund Salze zu Tage geführt werden, in welchen ungefähr 606 Pud = 24240 Pfund Kochsalz enthalten sind. Würde nun alles Soolwasser, das während eines Jahres, also im Verlauf von 365 Tagen, herausfliesst, abgedampft werden, so könnte man, wenn gar kein Verlust statuirt werden sollte, im Ganzen nur 221200 Pud = 8848000 Pfund Kochsalz gewinnen, ein Quantum, das durchaus nicht dem Bedarf der Stadt entsprechen würde.

Zeigt schon eine solche Berechnung, dass an eine derartige Benutzung des artesischen Wassers nicht gedacht werden kann, so würde sich diese gewiss noch viel ungünstiger herausstellen, wenn man die Unkosten in Bezug der technischen Ausführung einer solchen Gewinnung mit in Erwägung ziehen würde.

Alles hier eben Gesagte spricht durchaus gegen die Wichtigkeit der Erbohrung des artesischen Wassers III., die wir doch schon früher so bestimmt hervorgehoben haben, oder wir müssten sie nur von rein wissenschaftlichem Standpunkte auffassen. Dem ist aber nicht so. Die Vortheile, deren wir hier Erwähnung thun wollen und bei welchen wir von einer möglichen Anwendung des Wassers sowohl zur Bewässerung der Strassen und Plätze während des Sommers, als auch in Form eines schönen Springbrunnens zur Verschönerung der Stadt durchaus absehen, liegen nicht so auf der Hand, sondern können sich nur erst mit der Zeit herausstellen.

Der artesische Brunnen liefert in 24 Stunden 108000 Cub. Fuss Wasser, das höchst wahrscheinlich, einerlei ob im Sommer oder während der strengsten Kälte im Winter, die hier unter dem 60sten Grade nördlicher Breite oft Wochen lang anhält, immer dieselbe constante Temperatur von 9°,75 C. besitzen wird. Sollte sich ein solches Wasserquantum nicht mit Vortheil zum Löschen bei Feuerschäden anwenden lassen, indem man es durch richtige Röhrenleitungen auf die Brandstätte zur Speisung der Feuerspritzen hinleitet? Hierbei muss noch in Betracht gezogen werden, dass dieses Wasser durch den Gehalt an feuerfesten Bestandtheilen, an Salzen, viel wirksamer als gewöhnliches Wasser sein muss, indem durch die Verdunstung desselben sich die Salze ausscheiden, die Oberflächen der zu löschenden Gegenstände überziehen und dadurch ein Anbrennen derselben bedeutend erschweren würden. Eine derartige Anwendung des Wassers soll auch schon jetzt in dem Gebäude zur Anfertigung der Staatspapiere in Vorschlag gebracht worden sein. Dieses wäre aber nur ein sehr kleiner Kreis der Benutzung des Wassers, indem die ganze dortige Umgegend aus diesem reichlichen Wasserschatze bei Feuerschäden einen grossen Vortheil ziehen könnte.

Noch wichtiger als dieses müsste aber mit der Zeit die Benutzung des Wassers in medicinischer Hinsicht werden, und diese müssen wir besonders hervorheben.

Aus der Analyse des Wassers und aus dem Vergleich derselben mit der anderer Soolquellen ähnlicher Zusammensetzung haben wir dargelegt, dass wir hier eine Soole erbohrt haben, die mit den Soolquellen von Kreuznach und Münster am Stein durchaus dieselbe Zusammensetzung zeigt, nur mit dem Unterschiede, dass sie eine schwächere ist. Enthielten die dortigen im Durchschnitt 1 % Salze, so finden wir hier nur 0,3 %. Nun wissen wir aber, welche Heilkräfte dem Gebrauche der Kreuznacher Quellen nicht allein zugeschrieben werden, sondern sich auch durch Jahre lange Erfahrungen auf das Glänzendste bethätigt haben. Tausende von Kranken suchen dort in jedem Jahre Linderung ihrer körperlichen Leiden, theils finden sie dieselbe auch, theils erreichen sie eine vollständige Herstellung.

Auch bis zu uns ist seit Decennien der Ruhm der Kreuznacher Soolquellen gedrungen, und viele Kranke eilen mit dem Herannahen der wärmeren Jahreszeit dahin. Doch wer gehört zu diesen? Gewiss nur eine geringe Zahl, nämlich die, die in der menschlichen Gesellschaft in Bezug irdischer Güter so glücklich gestellt sind, dass sie für ihre körperliche Gesundheit mehr oder weniger grosse Ausgaben machen können. Viele Kranke müssen von dem Wunsche, nach Kreuznach zu gehen, entweder gänzlich abstehen oder statt dessen sich hier und auch nur für schweres Geld mit künstlichen Wassern und Bädern begnügen. Diesen kann durch die Erbohrung des hiesigen artesischen Wassers hoffentlich auch mit der Zeit eine leichtere und bessere Hülfe für ihre Leiden dargeboten werden. Mit der Zeit müssen wir sagen, denn erst ist es nöthig, dass die Einrichtungen getroffen werden, damit das artesische Wasser als Heilquelle, sowohl zum Trinken als auch und vorzüglich zu Bädern benutzt werden kann. Wer soll aber die nöthigen Einrichtungen treffen? Bevor wir hierauf eine Antwort geben, müssen wir zuerst noch einen Vergleich der Zusammensetzung unseres artesischen Wassers mit dem der Kreuznacher Soolquellen hervorheben und zwar in der Form, wie die Aerzte dieses in den verschiedenen Schriften über Heilquellen zu finden gewohnt sind. Es wird nämlich berechnet, wie viel Gran von den durch die quantitative Analyse nachgewiesenen Bestandtheilen in einem Pfunde Wasser enthalten sind. Stellen wir in dieser Absicht die beiden Analysen der Kreuznacher Soolquellen mit der hiesigen zusammen, so finden wir in 1 Pfunde = 7680 Gran enthalten:

	Kreuznacher Soolquellen.		
	Elisenquelle. Löwig.	Münster am Stein. Mohr.	St. Petersburg.
	Gran.	Gran.	Gran.
Chlornatrium	72,883	60,999	24,150
Chlorcalcium	13,389	11,083	1,714
Chlormagnesium	4,071	1,471	1,692
Chlorkalium	0,624	1,342	0,469

Chlorlithium	0,613	—	Spuren
Brommagnesium	0,278	—	0,237
Bromnatrium	—	0,664	—
Jodmagnesium	0,035	—	Spuren
Jodnatrium	—	0,0004	—
Kohlensaure Kalkerde	1,693	1,123	0,994
Kohlensaurer Baryt	0,017	—	0,019
Kohlensaure Magnesia	—	—	0,236
Kohlensaures Natron	—	—	0,729
Kohlensaures Eisenoxydul	—	0,034	0,005
Kohlensaures Manganoxydul	—	—	0,002
Magnesia	0,106	—	—
Eisenoxydul	0,154	—	—
Manganoxydul	0,806	—	—
Kieselsäure	0,129	0,0078	0,088
Phosphorsaure Thonerde	0,025	—	—
Summe	94,023	76,724	30,335

Diese Zahlenwerthe belehren uns, dass wir unserem artesischen Wasser sehr ähnliche medicinische Wirkungen zuschreiben müssen, als den Kreuznacher Soolquellen, nur vielleicht mit dem Unterschiede, dass die hiesige Soole schwächer als jene auf den Organismus einwirken wird. Dieser Unterschied könnte ausgeglichen werden, entweder dadurch, dass man unsere Soole häufiger oder in grösseren Quantitäten anwendet, oder dass man sie vorher einer stärkeren Eindampfung unterwirft. Zumal dieses Letztere wird von besonderer Bedeutung sein, da, wie bekannt, auch in Kreuznach die meisten Heilkuren nicht durch die Soole, sondern vielmehr durch die sogenannten Kreuznacher Mutterlaugen hervorgerufen werden und diese auch zu Tausenden von Puden jährlich hierher importirt und bei uns zu Bädern verbraucht werden. Diese Unterschiede der Heilquellen könnte man gewiss ausgleichen, da sie einzig und allein auf technischen Einrichtungen beruhen. Man wird aber sagen, dass ein Unterschied zumal ein sehr wichtiger ist und immer bleibt, den wir nicht zu heben vermögen, — das sind nämlich die klimatischen Verhältnisse von Kreuznach und St. Petersburg. Dort in Kreuznach auf dem 49° nördlicher Breite herrscht ein mildes Klima mit der mittleren Jahrestemperatur von + 8°,2 R., während hier bei uns im hohen Norden fast beständig ein rauhes feuchtes Wetter, das mit der mittleren Jahrestemperatur von + 3° R. den plötzlichsten Veränderungen ausgesetzt ist.

Dieses sind unstreitig schlagende Unterschiede und zwar solche, die zum Nachtheile unseres artesischen Wassers sprechen, doch nichts desto weniger müssen wir, auf diese Verhältnisse Rücksicht nehmend, eine grösstmöglichste Anwendung dieser Soole in medicini-

scher Hinsicht bevorworten. Denn wollten wir ihr jede Anwendung der nördlichen Lage wegen absprechen, so dürfte man überhaupt nicht in St. Petersburg und in diesen Gegenden von irgend welchen Mineralwasserknren reden. Gegen eine solche Ansicht liegen aber zu deutliche Belege und Thatsachen vor, nämlich theils die der Heilanstalt von Staraja Russa, wo die Soolquellen in vieler Hinsicht ähnliche Wirkungen, wie die Kreuznacher zeigen, theils die der künstlichen Mineralwasser-Anstalt hier in St. Petersburg. Werden diese Mineralwasser mit Vortheil benutzt — leider sind dieselben der hohen Preise wegen auch nur einer geringen Zahl von Kranken zugänglich — um wie viel mehr müsste nicht von der Anwendung eines natürlichen Mineralwassers erwartet werden.

Wie alle Mineralwasserkuren vorzüglich während der Sommermonate gebraucht werden, so auch die von Kreuznach. Dort aber erstreckt sich die Zeit von Mitte Mai bis zum Ende September, während sie sich bei uns auf höchsteus zwei Monate reducirt, nämlich während der Monate Juni und Juli. Gewiss müsste sich auch die Benntznng des artesischen Wassers vorzüglich auf diese Zeit, als die wärmste und günstigste für derartige Knren, zusammen drängen, doch nichts desto weniger könnte sie auch, nur in einem schwächeren Massstabe, in den anderen Jahreszeiten fortgeführt werden, da das Wasser von der Natur geboten, immer vorhanden ist und nicht erst hergestellt werden muss. In solchen Zeiten nicht zu Trinkknren, sondern ausschliesslich in Form von Bädern, was auch im Ganzen die Hanpt-Anwendung eines solchen Wassers ist. Sollte diese Ansicht über eine mögliche Benutzung des artesischen Wassers in medicinischer Hinsicht eine richtige sein, so müssen wir als Beantwortung der aufgeworfenen Frage «wer die nöthigen Einrichtungen treffen sollte» uns dahin aussprechen, dass hierin von Seiten der Regierung oder vielmehr der Stadtverwaltung die Initiative ergriffen werden möchte. Diese bestände darin, dass bei gewissen Hospitälern Einrichtungen getroffen würden, um die grösstmöglichste Benutzung des artesischen Wassers, sowohl zum Trinken, als auch in Form verschiedener Bäder nicht allein den Kranken des Hospitals, sondern überhaupt dem Publikum darzureichen.

Schliessen wir hiermit, so wollen wir hoffen, dass schon diese Betrachtungen die angedeutete Wichtigkeit des dritten artesischen Wassers zur Genüge darlegen, und dass bald die Zeit kommen wird, wo der ernste Gedanke zur Anlage eines Bohrbrunnens und die Verwirklichung desselben die gebührende allgemeine Anerkennung finden wird.

NACHSCHRIFT.

Beim Schluss des Druckes vorliegender Arbeit erhalten wir durch die Zeitungen[1]) die Vorschrift des Komité's für öffentliche Gesundheitspflege in Bezug der gegenwärtigen hier

1) «St. Petersburger Zeitung» Nr. 85, Februar 1865.

in St. Petersburg herrschenden Nervenfieber-Epidemie mitgetheilt. In dieser wird § 2 verordnet: «Wasser darf an den Stellen, wo die Ableitungsröhren der Strassen und der Badehäuser münden, nicht geschöpft werden. Aus dem Katharinenkanal, der Moika und Ligowka darf überhaupt kein Wasser getrunken werden. Es ist zweckmässig, in die Wassertonnen, in welchen Wasser aufbewahrt wird, das nicht aus der Newa geschöpft worden, grob zerschlagene Birkenkohle zu legen.»

Eine derartige Verordnung, über die wir schon in der Einleitung (Seite 4) unsere Meinung ausgesprochen haben, ist ein neuer schlagender Beleg für die grosse Wichtigkeit der Anlage von Bohrbrunnen, und wir müssen noch einmal die Ueberzeugung aussprechen, dass hoffentlich jetzt endlich die Stadtverwaltung einsehen wird, dass nur durch eine Anlage von verschiedenen Bohrbrunnen dem so fühlbaren Mangel an einem guten Trinkwasser in St. Petersburg abgeholfen werden kann. Dieses von der Wasserleitung erwarten zu wollen, ist unmöglich, oder dieselbe müsste noch eine ganz andere Ausdehnung erhalten, die in den nächsten Zeiten gewiss nicht zu erwarten ist.



INHALTS-VERZEICHNISS.